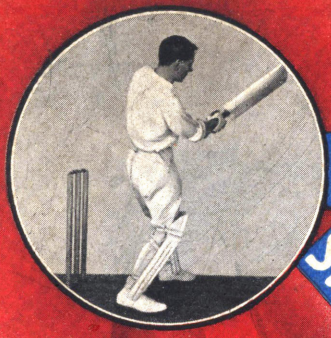
ING. ARTURO CASTELLANI

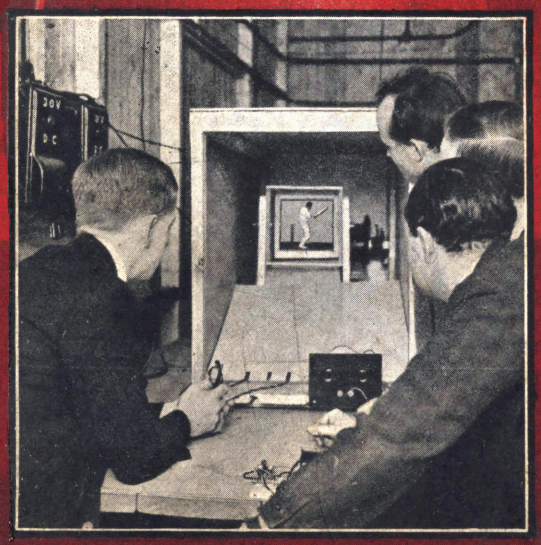


FUNZIONAMENTO E COSTRUZIONE DI UNA

STAZIONE

# TELEVISIONE RADIOVISIONE

TRASMETTENTE-RICEVENTE



SECONDA EDIZIONE RIFATTA

U. HOEPLI EDITORE
MILANO

# TELEVISIONE
# RADIOVISIONE

ING. ARTURO CASTELLANI

FUNZIONAMENTO E COSTRUZIONE DI UNA STAZIONE TRASMITTENTE-RICEVENTE

# TELEVISIONE RADIOVISIONE

TEORIA - PRATICA - DATI COSTRUTTIVI

CON 210 FIGURE ORIGINALI E 20 ILLUSTRAZIONI

*QUINDICI TAVOLE COSTRUTTIVE FUORI TESTO*

SECONDA EDIZIONE COMPLETAMENTE RIFATTA

ULRICO HOEPLI
EDITORE-LIBRAIO DELLA REAL CASA
MILANO

1932-X

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI

(I. G. I. S.) Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - Via S. Damiano 16, Milano
(*Printed in Italy*)

# INDICE ANALITICO

Pag.

*Introduzione alla prima edizione* . . . . . 1
*Introduzione alla seconda edizione* . . . . . 11

PARTE PRIMA

I. — CONCETTO D'IMMAGINE
E PRIME CONSIDERAZIONI GENERALI SUI TELEVISORI

§ 1 – Immagine . . . . . 21
§ 2 – Area elementare . . . . . 22
§ 3 – Immagine a soggetti fissi ed immagine a soggetti mobili . . . 23
§ 4 – Complesso trasmettitore-ricevitore teorico per televisione . . 23
§ 5 – Immagine a manifestazione istantanea apparente . . . . . 26
§ 6 – Persistenza delle immagini retinee . . . . . 26
§ 7 – Trasformazione di un'immagine istantanea in un'immagine a manifestazione istantanea apparente . . . . . 27
§ 8 – Complesso trasmettitore-ricevitore teorico per televisione (a presa indiretta) . . . . . 30
§ 9 – Raggio esploratore, area elementare esploratrice, dispositivo esploratore . . . . . 31
§ 10 – Complesso trasmettitore-ricevitore teorico per televisione (a presa diretta), esplorazione a velocità costante ed esplorazione a velocità variabile . . . . . 31

II. — LA CELLULA FOTOELETTRICA

§ 11 – Come funziona la cellula fotoelettrica . . . . . 35
§ 12 – Cellula fotoelettrica al selenio, inerzia, esaurimento . . . . 39
§ 13 – Cellula ad effetto elettronico, cellula a vuoto spinto, cellula a gas, effetto selettivo . . . . . 41
§ 14 – Tensione acceleratrice, tensione di saturazione, caratteristica di accelerazione, caratteristica di illuminazione . . . 44
§ 15 – Tensione di lavoro e correnti parassitarie . . . . . 46
§ 16 – Valore della corrente fotoelettrica, significato delle grandezze: sensibilità, impedenza e coefficiente fotoelettrico di una cellula fotoelettrica . . . . . 48

Pag.
§ 17 – Il circuito fotoelettrico . . . . . 55
§ 18 – Esaurimento – Conclusioni . . . . . 57
§ 19 – Amplificazione delle correnti fotoelettriche . . . . . 59

## III. — RELAIS LUMINOSI

Generalità . . . . . 63
§ 20 – Relais luminoso a oscillografo (D. v. Mihaly's) . . . . . 64
§ 21 – Relais luminoso di Nipkow . . . . . 66
§ 22 – Relais luminoso di Kerr, tensione acceleratrice, amplificazione 72
§ 23 – Lampada a luminescenza . . . . . 75
§ 24 – Applicazioni pratiche della lampada a luminescenza . . . . 82

## Parte Seconda

## IV. — FUNZIONAMENTO TEORICO DI UN COMPLESSO TRASMETTITORE-RICEVITORE TELEVISIONE

§ 25 – Trasmissione, teoria generale, frequenza di base, frequenza incidente, frequenza massima . . . . . 89
§ 26 – Ricezione, parti principali di un complesso trasmettitore-ricevitore . . . . . 93

## V. — DISPOSITIVI ESPLORATORI

§ 27 – Generalità, sistemi meccanici e sistemi statici . . . . . 96
§ 28 – Dispositivi esploratori meccanici – Disco di Nipkow, forma dei fori e senso di esplorazione . . . . . 97
§ 29 – Nastro esploratore, tamburo esploratore . . . . . 103
§ 30 – Esplorazione a dischi incrociati, a nastri incrociati e a dischi sovrapposti . . . . . 104
§ 31 – Tamburo a specchi rotanti (ruota di Weiller) . . . . . 106
§ 32 – Spirale a specchi (F. v. Okolicsanyi) . . . . . 108
§ 33 – Dispositivi esploratori statici – Generalità – Tubo a raggio catodico (tubo di Braun) . . . . . 110
§ 34 – Dispositivi esploratori a raggio catodico per televisori trasmettitori . . . . . 113
§ 35 – Dispositivi esploratori a raggio catodico per televisori ricevitori . . . . . 120
§ 36 – Tensioni di pilotaggio . . . . . 122
§ 37 – Conclusioni . . . . . 123

Pag.

## VI. — DISPOSITIVI DI SINCRONISMO

§ 38 – Suddivisione dei dispositivi di sincronismo . . . . . 125

*Dispositivi di sincronismo per l'esplorazione meccanica*:

§ 39 – Generalità e ruota sincrona . . . . . 125
§ 40 – Sistema a segnale sincronizzante indipendente . . . . . 133
§ 41 – Sistema a segnale sincronizzante dipendente (Baird) . . . 134
§ 42 – Sistema a segnale incanalato (Castellani); potenza sincronizzante . . . . . 137

*Dispositivi di sincronismo per l'esplorazione statica*:

§ 43 – Dispositivi di sincronismo per l'esplorazione a raggio catodico. 150
§ 44 – Conclusioni e applicazioni pratiche della ruota sincrona . . 155

## Parte Terza

## VII. — COMPLESSI TRASMETTITORI-RICEVITORI PER TELEVISIONE VISTI DAL LATO COSTRUTTIVO

§ 45 – Generalità . . . . . 161

## VIII. — TRASMETTITORI

a) *Trasmettitori tipo a disco*:

§ 46 – Disco esploratore . . . . . 165
§ 47 – Sorgente luminosa – Sistemi ottici – Maschera limitatrice – Motore . . . . . 169

b) *Trasmettitori tipo a specchi rotanti*:

§ 48 – Ruota a specchi . . . . . 187
§ 49 – Sorgente luminosa – Sistemi ottici – Maschera limitatrice – Motore . . . . . 197
§ 50 – Cellula e batteria di cellule fotoelettriche . . . . . 205
§ 51 – Preamplificazione – Amplificazione di potenza . . . . . 208
§ 52 – Linea di collegamento (Protezioni ed egualizzatori) . . . . 214
§ 53 – Oscillatori a frequenza costante – Oscillatore a diapason . . . 220
§ 54 – Ruota sincrona . . . . . 226

## IX. — RICEVITORI

a) *Ricevitori tipo a disco*:

§ 55 – Disco esploratore . . . . . 233
§ 56 – Sistema ottico – Maschera limitatrice – Relais luminoso . . . 234
§ 57 – Motore – Ruota sincrona . . . . . 241

b) *Ricevitori tipo a specchi rotanti*:

§ 57 *bis* – Ruota a specchi . . . . . 243
§ 58 – Sistema ottico – Maschera limitatrice – Relais luminoso . . . 243
§ 59 – Motore–Ruota sincrona . . . . . 246

Pag.

## X. — SISTEMI SPECIALI DI TELEVISIONE

§ 60 – La telecinematografia . . . . . 247
§ 61 – Televisione a colori . . . . . 254
§ 62 – Televisione stereoscopica . . . . . 257
§ 63 – Fonovisione . . . . . 262
§ 64 – Noctovisione . . . . . 262
§ 64 *bis* – Televisione a zone . . . . . 266
§ 65 – Televisione con esplorazione a velocità variabile . . . . . 269

## XI. — ESEMPI COSTRUTTIVI DI RADIOVISORI E DI RADIOFONOVISORI PER LA RICEZIONE DELLE ATTUALI TRASMISSIONI SPERIMENTALI EUROPEE DI RADIOVISIONE E DI RADIOFONOVISIONE

Generalità . . . . . 277

A) *Schemi generali delle connessioni per i complessi*:

§ 66 – Radiovisore *V* 1 (per onde da 200 a 580 m.) . . . . . 281
Radiofonovisore *FV* 1 (per onde da 200 a 580 m.) . . . . 288
§ 67 – Radiovisore *V* 2 (per onde da 200 a 580 m.) . . . . . 289
Radiofonovisore *FV* 2 (per onde da 200 a 580 m.) . . . . 291
§ 68 – Radiovisore *V* 3 (per onde da 200 a 580 m.) . . . . . 293
Radiofonovisore *FV* 3 (per onde da 200 a 580 m.) . . . . 295
§ 69 – Radiovisore *V* 4 (per onde da 200 a 580 m.) . . . . . 296
§ 70 – Radiofonovisore *FV* 5 (per onde da 150 a 2000 m.) . . . . 298
§ 70 *a* – Radiovisore *V* 6 (per onde da 9 a 200 m.) . . . . . 300

B) *Televisori riceventi tipo a disco di Nipkow*:

Premessa – Costruzione dei dischi . . . . . 304
§ 71 – Televisore tipo con sincronismo a mano per la ricezione da Londra e Berlino (dimens. immag. Londra: $A = 15$ mm., $B = 35$ mm.; dimens. immag. Berlino: $A = 30$ mm., $B = 40$ mm.) . . . . . 311
§ 72 – Televisore tipo con sincronismo semiautomatico per la ricezione da Londra e Berlino (dimens. immag. Londra: $A = 15$ mm., $B = 35$ mm.; dimens. immag. Berlino: $A = 30$ mm., $B = 40$ mm.) . . . . . 314
§ 73 – Televisore tipo con sincronismo semiautomatico per la ricezione da Londra (dimens. immag.: $A = 21$ mm., $B = 49$ mm.) . . . . . 317
§ 73 *a* – Televisione tipo con sincronismo semiautomatico per la ricezione da Roma (dimens. immag.: $A = 30$ mm.; $B = 22{,}5$ mm.) . . . . . 319

C) *Istruzioni per la ricezione*:

§ 74 – Sincronizzazione . . . . . 320
§ 75 – Difetti di funzionamento e loro eliminazione . . . . . 324

*Tavole costruttive* . . . . . 327

# ERRATA CORRIGE

| Pag. | Riga | Errato | Corretto |
|---|---|---|---|
| 31 | 23 | ...(A presa indiretta)... | ...(A presa diretta)... |
| 62 | 8 | ...prua... | ...forma... |
| 91 | 21 | $f_m = \frac{B}{2\,x} \cdot \frac{A}{x} \cdot i_s = \frac{A \cdot B}{2\,x^3} \cdot i_s$ | $f_m = \frac{B}{2\,x} \cdot \frac{A}{x} \cdot i_s = \frac{A \cdot B}{2\,x^2} \cdot i_s$ |
| 130 | 2 | $N = \frac{f}{2\,p}$ | $N = \frac{f}{2\,p} \cdot 60$ |
| 142 | 14 | ...potenza di 7,4 Watt... | ...potenza di 4 Watt... |
| 143 | 1 | ...$Z$ delle bobine sincronizzanti... | ...$Z$ del circuito d'alimentazione delle bobine sincronizzanti... |
| 144 | 6 | $= \frac{(\mathcal{J}''_{mx})^2}{2\pi} \left( \frac{\pi}{n} = \text{sen} \frac{\pi}{n} \right)$ | $= \frac{(\mathcal{J}''_{mx})^2}{2\pi} \left( \frac{\pi}{n} - \text{sen} \frac{\pi}{n} \right)$ |
| 144 | 18 | ...per le bobine sincronizzanti... | ...per il circuito d'alimentazione delle bobine sincronizzanti... |
| 156 | 34 | ...resistenza totale... | ...resistenza effettiva totale... |
| 166 | 5 | $d = \frac{B}{2 \text{ sen } \pi/N_f}$ | $d = \frac{B}{\text{sen } \pi/N_f}$ |
| 279 | | (Roma): z = 3/4 | (Roma): z = 4/3 |
| Tav. III | | La griglia del triodo $V_4$ è connessa in parallelo con la griglia del triodo $V_2$ | La griglia del triodo $V_4$ va invece connessa in parallelo con la griglia del triodo $V_3$ |

# *INTRODUZIONE ALLA PRIMA EDIZIONE*

*In questi ultimi anni e specialmente di recente, si è parlato e si parla tutt'ora di televisione e naturalmente, come accade quasi sempre per le applicazioni nuove, o si è troppo scettici, oppure si esagera.*

*Sfortunatamente alla massima parte degli amatori italiani non è possibile un controllo della reale situazione inquantochè, almeno sinora, qui da noi è mancato ogni esperimento in proposito.*

*D'altro canto, senza discutere sulla possibilità di una stazione nazionale trasmettente televisione* (1), *il fatto di tentare la ricezione dall'estero si presenta difficile, costoso e quindi non alla portata di tutti. Inoltre la costruzione di un dato tipo di televisore pur essendo semplice, è invece assai delicata e l'accingervisi richiede, oltre ad una certa conoscenza ed esperienza di apparecchi radiofonici, di conoscere anche tutti quei principii che concernono il funzionamento dei televisori stessi.*

*Per questi motivi, per la mancanza di bibliografie in proposito e per le poche notizie più o meno attendibili che giungono dall'estero con le riviste, all'amatore riesce molto difficile rendersi conto esattamente della posizione attuale della televisione nei vari paesi. Esistono bensì delle descrizioni estere di sistemi di televisione più o meno recenti, ma sia la complessità degli apparecchi, come gli scarsi risultati ottenuti non possono interessare l'amatore desideroso invece, di conoscere principii e concetti che possano permettergli di acquistarsi quelle doti costruttive necessarie per realizzare un'esperimento soddisfacente.*

*D'altra parte, una breve esposizione, dall'inizio della televisione ad oggi, con un serio esame riassuntivo dei risultati ottenuti, dei vantaggi e svantaggi del sistema e delle relative possibilità future, tornerà a maggior vantaggio del lettore, il quale già prima di introdursi nella*

---

(1) Ved. «Introduzione alla II Edizione».

*parte per così dire utile del libro, potrà formarsi a priori un approssimato concetto delle possibilità attuali relative alla televisione stessa.*

*L'idea dunque di trasmettere e ricevere a distanza le immagini a soggetti mobili è tutt'altro che recente. Già nel 1884 infatti, Nipkow con il suo disco esploratore, immaginava allo scopo un metodo molto ingegnoso, ma la mancanza in quel tempo di dispositivi che permettessero di trasformare le variazioni luminose in elettriche con inerzia praticamente trascurabile, decretò il metodo stesso come irrealizzabile.*

*In seguito, man mano che la scienza si assicurava scoperte ed invenzioni, non mancarono anche degli esperimenti, ma il risultato quasi negativo degli esperimenti stessi, nonchè la complessità dei relativi apparecchi, lasciarono il problema ancora insoluto.*

*Molto più tardi invece, con l'avvento delle radio-comunicazioni, l'ormai raggiunta perfezione nella costruzione delle valvole termoioniche, fece pensare alla possibilità di costruire appunto dei dispositivi che trasformassero, con inerzia praticamente trascurabile, le variazioni luminose in elettriche e viceversa.*

*Ricerche dirette in questo senso approdarono infatti a risultati così soddisfacenti, da indurre a ripetere gli esperimenti in riguardo. Ma detti esperimenti, se pur battezzavano per così dire la televisione, non permettevano ancora di pensare alle possibilità di un ulteriore sviluppo.*

*Non per questo però, anche di fronte allo scetticismo dei tecnici, si abbandonarono le ricerche fatte allo scopo di semplificare gli apparecchi e di migliorarne i risultati. Ed infatti gli sforzi eseguiti dai pionieri in questi ultimi anni, sono stati coronati da un successo notevole.*

*Esperimenti pubblici eseguiti nello scorso anno in Inghilterra ed in America, destarono tanto interesse da indurre importanti case europee ed americane alla industrializzazione dei televisori.*

*Questa, in brevi parole, la storia.*

*Ora, per farsi un'idea esatta dei risultati attuali e dei punti deboli relativi ai televisori moderni, si esaminerà ancora succintamente qualche domanda che più di un lettore si sarà certamente fatta leggendo articoli in proposito.*

*— Perchè le immagini che attualmente si ricevono sono così piccole e quasi sfuocate? (Vedi figg. 1, 2 e 2a).*

*A questa domanda si risponderà subito dicendo che sia le attuali dimensioni dell'immagine come la ricchezza dei dettagli della stessa*

*non dipendono affatto dal progresso relativo della televisione. Infatti, come si vedrà in seguito, la trasmissione di un'immagine mezzobusto con una certa ricchezza di dettagli crea una corrente (corrente modulatrice) la di cui frequenza può raggiungere i 9000 per. Lo stesso mezzo busto trasmesso invece a 25.000 per. dà nel ricevitore dei dettagli sorprendenti. Ma, com'è noto, il piano di Praga impedisce di lavorare con frequenze incidenti superiori ai 9000 per., ed è quindi questo divieto che non permette alle stazioni trasmettenti televisione la trasmissione di immagini più ricche di dettagli.*

Fig. 1.

*Per quanto concerne poi le dimensioni dell'immagine, l'attuale povertà dei dettagli, limitati come s'è visto dal piano di Praga, non permette di ingrandire con un grande rapporto l'immagine che appare sul disco. Infatti, un'eccessivo ingrandimento oltre che a sfuocare l'immagine già esigua di dettagli, ne diminuirebbe anche la rispettiva luminosità della quale invece bisogna fare assoluto tesoro, data la scarsa luce che le attuali lampade a luminescenza possono produrre.*

Fig. 2.

*— Un'altra domanda: perchè le ricezioni dall'estero si presentano così difficili?*

*A questa domanda conviene rispondere premettendo che vari e*

*molteplici sono i motivi che ostacolano la ricezione di televisione dalle stazioni lontane. Anzitutto è indispensabile che il televisore ricevente usi lo stesso sistema di esplorazione e di sincronizzazione che si usa nel televisore trasmettitore. Altra condizione essenziale per ricevere bene, è che durante tutta la ricezione il ricevitore funzioni in perfetto sincronismo col trasmettitore stesso.*

Fig. 2 *a*

*Ora, gli attuali sistemi di sincronismo, per grandi distanze, non si sono dimostrati molto efficaci ed anzi, da questo lato, il televisore presenta un problema che non è ancora stato razionalmente risolto. Infatti ciò che oggi si chiama sistema di sincronismo automatico non è altro che un dispositivo il quale provvede solamente a far mantenere il passo al ricevitore quando però esso sia stato raggiunto col mezzo di opportuni accorgimenti di chi riceve. Una sincronizzazione automatica quindi non esiste ancora in nessun televisore.*

*Generalmente dunque per la sincronizzazione si utilizza, sia la frequenza di base della televisione stessa — l'importanza della quale si analizzerà in seguito — sia una frequenza completamente separata, da usarsi quale segnale sincronizzante. In ambedue i casi dette frequenze agiscono elettromagneticamente nel dispositivo di sincronismo. Per questo motivo e considerando che per le grandi distanze, col segnale, si amplificano anche considerevolmente i disturbi parassitari, sono quest'ultimi che agendo più o meno in fase con detto segnale sincronizzante, provocano nel dispositivo di sincronismo, degli impulsi risultanti che disincronizzano il ricevitore col risultato di far scomparire l'immagine.*

*Questa in brevi cenni una delle difficoltà. Un'altra difficoltà, forse più seria di quella che esercitano i parassiti sul sincronismo è rappresentata dal « fading ».*

*Il fenomeno di riflessione delle onde elettromagnetiche si manifesta infatti nel televisore coll'effetto di sovrapporre le immagini. Senza fading l'immagine risulta chiara ed unica, col manifestarsi del fading invece una seconda e persino una terza immagine sopravvengono a coprire la prima con posizioni più o meno sfasate fra di loro. Nel ricevitore quindi appaiono parecchie immagini più deboli, le quali sono evidentemente dovute al riflesso delle onde elettromagnetiche da certi strati atmosferici che agiscono come specchi. Queste onde perciò raggiungono il televisore con un certo ritardo rispetto a quelle captate direttamente.*

*Inoltre anche il fenomeno del fading come i disturbi parassitari possono far perdere il passo al televisore.*

*Queste, appunto, sommariamente esposte, le difficoltà che ostacolano la ricezione di televisione dall'estero.*

*Restano ancora a dirsi poche parole sulla ricezione di televisione in condizioni normali.*

*Anzitutto le ricezioni dalle stazioni regionali non sono affatto difficili. La messa in sincronismo è molto più difficile in un ricevitore di immagini che non in un televisore, mentre il mantenimento del sincronismo può essere affidato ad uno dei già menzionati sistemi. A questo proposito anzi, c'è chi ha proposto il sistema di sincronismo cosidetto a rete unica, il quale ha per principio di inserire sulla stessa rete sia il motore del trasmettitore che i motori dei ricevitori. I motori naturalmente devono essere dei motori sincroni. Ma anche questo sistema non risolve il problema neanche nella trasmissione locale, inquantochè, da esperienze eseguite, chi scrive ha potuto constatare che le inevitabili oscillazioni pendolari fanno oscillare l'immagine in maniera abbastanza sensibile. Si rimedia all'inconveniente usando frequenze più elevate ed aumentando quindi il numero di poli del sincrono, ma allora non si tratterebbe più di usare allo scopo le comuni reti industriali, ma bensì delle reti speciali a frequenza più elevata, e qui naturalmente cade appunto il vantaggio di sicurezza e di semplicità che presenta il sistema a rete unica di fronte agli altri sistemi.*

*Per quanto concerne poi il costo di un televisore, contrariamente a quanto si è pubblicato altrove, il suo prezzo, se fabbricato in serie, dovrebbe aggirarsi sulle 1000 Lt. Il lettore potrà del resto farsene un'idea esatta considerando le parti che lo compongono e cioè:*

*1) Motorino elettrico da 25 W tipo universale a collettore con rotore montato su sfere.*

*2) Un reostato semifisso 350 Ω · 0,4 A.*

*3) Un reostato regolabile 20 Ω · 0,4 A.*

*4) Un disco in lamiera di alluminio crudo Φ = 500 mm. e di spessore s = 0,4 mm.*

*5) Una lampada al neon per televisione.*

*6) Incastellature e sopporti in lamiera stampata.*

*7) Ruota sincrona.*

*8) Collegamenti e relativi accessori.*

*9) Magnificatore ottico.*

*Questo per il televisore a disco esploratore. Per apparecchi a nastro esploratore o a specchi rotanti il prezzo sarebbe invece quasi il doppio di quello succitato, data la maggiore complessità di questi due ultimi tipi di apparecchi.*

*È ovvio inoltre che, per ricevere, al televisore va aggiunto l'apparecchio radio il quale dovrebbe essere provvisto oltre che di una bassa frequenza ben studiata, anche di un alimentatore separato dal resto dell'apparecchio per alimentare la lampada al neon. Comunque, il tutto, cioè un complesso telefonovisivo, non dovrebbe sorpassare le 3000 Lt., sempre considerando una produzione in serie ed organizzata con dovuti criterii scientifici.*

*Più complessi e quindi più costosi saranno invece i televisori per la ricezione delle immagini in tricromia e quelli per la ricezione delle immagini in rilievo, mentre indubbiamente l'industrializzazione dei televisori creerà un tipo universale adatto alla ricezione tanto delle immagini a colori, quanto delle immagini monocromatiche piane od in rilievo. Infatti, i televisori tricromatici e quelli in rilievo, fatti funzionare indipendentemente, hanno dato dei risultati ottimi; la creazione quindi di un televisore universale non concerne che un problema di fusione di tre tipi di televisori nella maniera meccanicamente la più razionale.*

*Altra interessante applicazione del televisore è la fonovisione. Un disco fonografico, anzichè venire inciso per effetto delle variazioni di corrente che si producono nel microfono per effetto delle onde sonore, viene inciso invece per l'effetto delle variazioni di corrente manifestan-*

*tesi nella cellula fotoelettrica e dovute all'esplorazione di una qualunque immagine di soggetti mobili. Nella riproduzione quindi, il disco con apposito pick-up riproduce nel televisore l'immagine, per così dire, impressa sul disco stesso. Il sincronismo, in questo caso, fra disco e televisore è facile ad ottenersi con mezzi puramente meccanici.*

*Ora, prima di concludere questa breve introduzione, si indicherà ancora dove gli sforzi dei tecnici dovrebbero essere diretti, per tendere alla perfezione del televisore.*

*Si è già accennato ad uno dei più importanti problemi rimasto sinora insoluto, cioè la sincronizzazione automatica. Un altro problema, molto importante dal punto di vista della volgarizzazione del televisore, riguarda invece la ricchezza dei dettagli dell'immagine. Scartata dunque la limitazione di frequenza imposta dal piano di Praga, come si è già menzionato, un aumento della frequenza modulatrice comporterebbe anche un aumento dei dettagli dell'immagine. Ma, esiste però un limite pratico di frequenza per la quale l'immagine ricevuta risulta sufficientemente luminosa. Una frequenza maggiore quindi, a parità di apparecchiatura, sia per il trasmettitore che per il ricevitore, renderebbe l'immagine molto più oscura e quindi poco visibile.*

*Questo inconveniente va ricercato anzitutto nel trasmettitore. Infatti, dato che il numero delle immagini trasmesse in un minuto secondo deve restare costante e non inferiore a 15 per poter dare all'occhio l'impressione del movimento, l'aumento dei dettagli richiederebbe evidentemente una suddivisione maggiore di aree elementari dell'immagine che si trasmette, e per conseguenza il tempo che la luce del raggio esploratore sosta su ciascuna area elementare risulterebbe molto più breve, e quindi l'area stessa meno illuminata. Perciò la necessità di disporre nel televisore trasmettitore di sorgenti luminose molto più potenti per compensare appunto la perdita di luce dovuta alla maggiore ricchezza di aree elementari e quindi dei dettagli dell'immagine stessa.*

*Inoltre anche risolvendo il problema con un opportuno aumento del flusso luminoso, il rapido movimento del raggio esploratore, se troppo luminoso, indispone la persona o le persone, le immagini delle quali devono venire trasmesse.*

*Per rimediare a questo inconveniente lo scozzese John Logie Baird, dopo vari tentativi eseguiti con differenti tipi di raggi luminosi visibili ed invisibili, ha trovato che i raggi infrarossi si comportano in maniera molto più soddisfacente che non la luce bianca, e la esplora-*

*zione di soggetti posti in ambienti oscuri e nebbiosi ha dato nei ricevitori delle immagini soddisfacenti usando appunto quale sorgente luminosa delle lampade ricche di radiazioni infrarosse.*

*Com'è evidente dunque, queste interessanti esperienze, oltrechè dimostrare che il soggetto trasmesso non viene per nulla disturbato dal movimento del raggio esploratore, dimostrano anche la possibilità di esplorare soggetti posti in ambienti o località nebbiose. Questo fatto assume naturalmente una certa importanza per le applicazioni che potrà in seguito avere nella marina, nella navigazione aerea, ecc., per individuare un punto luminoso intercettato da una cortina di nebbia. Ma, di questa speciale applicazione si parlerà in seguito nella noctovisione.*

*Ritornando agli inconvenienti degli attuali apparecchi televisori con speciale riguardo ai dettagli e alla luminosità dell'immagine, nei ricevitori invece, lo stesso principio di funzionamento dei televisori a maschera esploratrice, è contro la luminosità dell'immagine. Infatti, a parte la scarsa luce propria ad una lampada a luminescenza, nei televisori riceventi si illumina un'area p. es. di 1150 mm² per utilizzare la luminosità compresa nell'area di appena 0,9 mm² ed anche meno. Inoltre la luminosità propria a quest'area non dura che 1/30.000 di secondo dato che le rispettive luminosità delle aree elementari componenti l'immagine (2000 circa) devono manifestarsi in almeno 1/15 di secondo.*

*Lo scrivente perciò, pur mantenendo immutato il principio di funzionamento del televisore a disco, col mezzo di un disco esploratore provvisto di condensatori ottici con esso rotanti, ha potuto ottenere anche con frequenze elevate delle immagini molto più luminose che non con i dischi normali (fig. 2* b*). Col mezzo dei condensatori ottici rotanti la luminosità di ciascuna area può essere infatti notevolmente aumentata condensando la luce inutilizzata della lampada a luminescenza nelle rispettive aree elementari che compongono l'immagine. È stato in questo modo possibile ingrandire notevolmente l'immagine proiettandola su di uno schermo col mezzo di un comune obbiettivo e renderla visibile anche eseguendo 10 ingrandimenti. Condizione essenziale però, in questo caso, per evitare distorsioni e sfumature nei dettagli, deve essere l'assoluta eguaglianza delle caratteristiche ottiche di tutti i condensatori del disco esploratore.*

*Il laboratorio inglese Baird ed altri americani, invece di utilizzare*

*una sola sorgente luminosa per tutte le aree elementari che compongono l'immagine, usano tante sorgenti luminose quante sono le aree elementari, mentre apposito commutatore rotativo provvede a smistarle nel dovuto ordine di esplorazione naturalmente eguale, per quanto concerne fase e velocità, a quello dell' apparecchio trasmettitore. Si sono così potute ottenere immagini oltrepassanti il metro quadrato di superficie senza compromettere la luminosità. Questo sistema, detto anche sistema a schermo non entra, almeno per ora, nelle possibilità domestiche come gli apparecchi a disco, a nastro esploratore o a specchi rotanti, mentre il sistema stesso è stato esperimentato per tendere alla risoluzione relativa alla ricezione dei films parlati.*

Fig. 2 *b*

*Sin qui dunque, con cenni molto sommari, le attualità ed i problemi relativi alla televisione. Da quanto segue, un esame più accurato dei principii e dei dettagli costruttivi concernenti i televisori trasmettenti e riceventi, renderà certamente più evidente ciò che in questa breve introduzione si è appena trattato in linea molto generale. Questo, appunto, lo scopo del libro.*

Milano, Gennaio, 1931.

# *INTRODUZIONE ALLA SECONDA EDIZIONE*

*Dalla pubblicazione della prima edizione di questo libro ad oggi, la televisione ha realizzato invero notevoli progressi e si è anzi arricchita di nuovi e genialissimi principii.*

*Volgendo infatti un breve sguardo a quanto si è fatto in questo ultimo scorcio di tempo, i risultati ottenuti hanno superato qualsiasi previsione.*

*È necessario però distinguere i risultati di laboratorio dalle possibilità attuali del servizio Europeo di radiovisione. Fra detti risultati e la loro applicazione nell'industria, può correre del tempo il quale può anche essere di parecchi anni qualora, il fatto dell'applicazione, trascini con sè dei problemi internazionali.*

*Perciò prima di introdurre il lettore nello studio di questi nuovi principii e nei dettagli che riguardano i perfezionamenti apportati, si crede utile riassumere in forma molto generica, sia il risultato dei perfezionamenti stessi, sia sino a che punto questi risultati abbiano potuto influire sull'attuale stato della televisione.*

*Si rammenta dunque che i principali problemi a suo tempo imposti ai tecnici concernevano le seguenti possibilità:*

a) *perfezionare il sistema di sincronismo;*

b) *aumentare la luminosità dell'immagine nel ricevitore;*

c) *aumentare le dimensioni dell'immagine;*

d) *aumentare la rispettiva ricchezza di dettagli.*

*Effettivamente la tendenza alla perfezione della televisione sta tutta nei massimi ottenibili in queste possibilità. Ora, i rispettivi risultati ottenuti si possono riassumere nei seguenti:*

a) *per l'attuale sistema di sincronismo si può dire di essere*

*giunti ad un dispositivo sicuro per le grandi distanze e che può essere reso anche automatico qualora si usi un dispositivo esploratore a raggio catodico;*

b, c) *per la luminosità e dimensioni dell'immagine si possono ottenere immagini dirette delle dimensioni di 90×120 mm. con una luminosità tale da consentirne la proiezione fino a 100 ingrandimenti;*

d) *per la ricchezza dei dettagli si sono potute scomporre e ricomporre immagini fino a 50.000 aree elementari. (Si osservi a questo proposito le figure 3*a, *3*b, e *3*c *rappresentanti un gruppo d'immagini ricomposte* (1) *rispettivamente con 1200, 10000* e *30000 aree elementari).*

*Di questi quattro risultati però, solo i primi tre sono applicabili immediatamente ed il loro beneficio sarà riscontrato dagli amatori entro breve periodo di tempo. Per il quarto risultato invece l'applicazione è purtroppo condizionata all'eventuale conseguimento di un accordo internazionale sulla frequenza limite.*

*Infatti, non volendo credere alle affermazioni* (2) *fatte dal noto P. T. Farnsworth all'ultimo Congresso di televisione tenuto a Washington nel Dicembre 1930 e ammesso di poter modulare un'onda portante contenuta nell'attuale gamma delle onde medie, con una frequenza di 300000 per. (frequenza corrispondente all'esplorazione di un'immagine con 40000 aree elementari) una simile stazione trasmettente televisione verrebbe ad occupare nell'etere lo spazio occupato attualmente da ben 30 stazioni radiofoniche!*

*Ne risulta purtroppo che se la tecnica d'oggi può dare degli apparecchi adatti per trasmettere e ricevere immagini con un così elevato numero di aree elementari, la loro industrializzazione è pur sempre contrastata dall'attuale mancanza di spazio nell'etere, per modo che la possibilità di poter trasmettere frequenze modulatrici così elevate è diventata il più arduo problema che resta ancor da risolvere.*

*Giova aggiungere però che anche per quest'ultimo problema si sono già iniziate delle ricerche ed anzi varie sono le soluzioni presentate.*

---

(1) Esperienza eseguita nel laboratorio centrale delle Poste tedesche.

(2) Il FARNSWORTH afferma di essere riuscito a trasmettere, mediante suoi apparecchi speciali da lui chiamati « riduttori d'immagini », la frequenza di 200000 per. sulla attuale gamma modulatrice riservata a ciascuna stazione radiofonica che, com'è noto, non sorpassa i 10000 per.

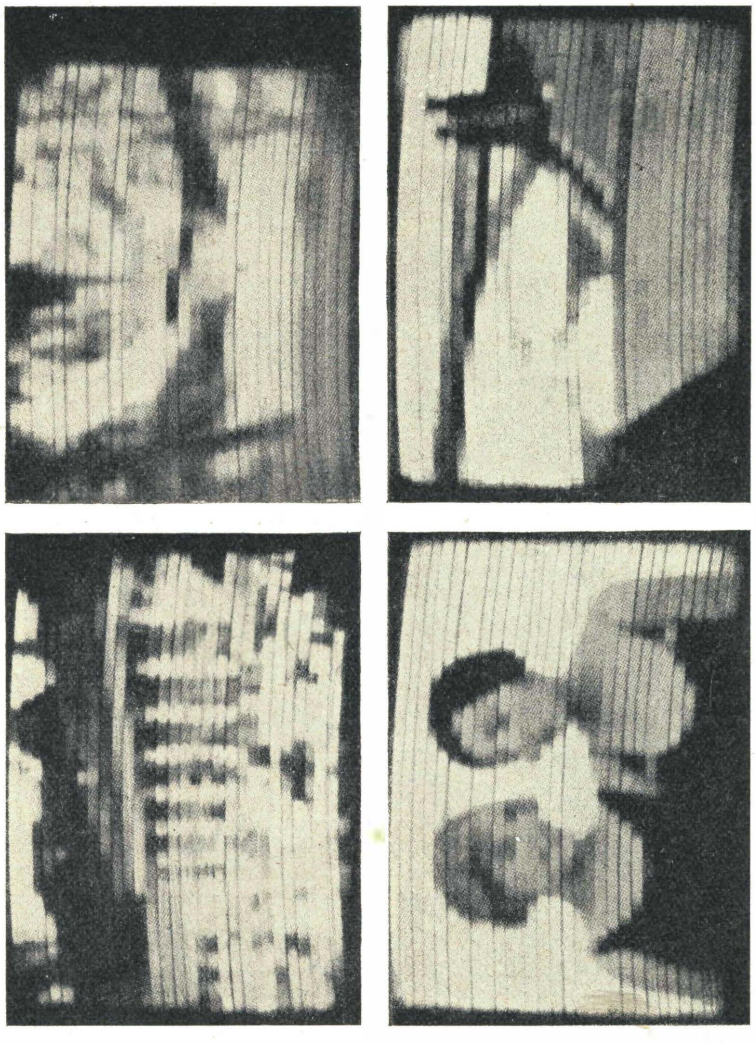


Fig. 3 *a* – Immagini ricomposte con 1200 aree elementari.

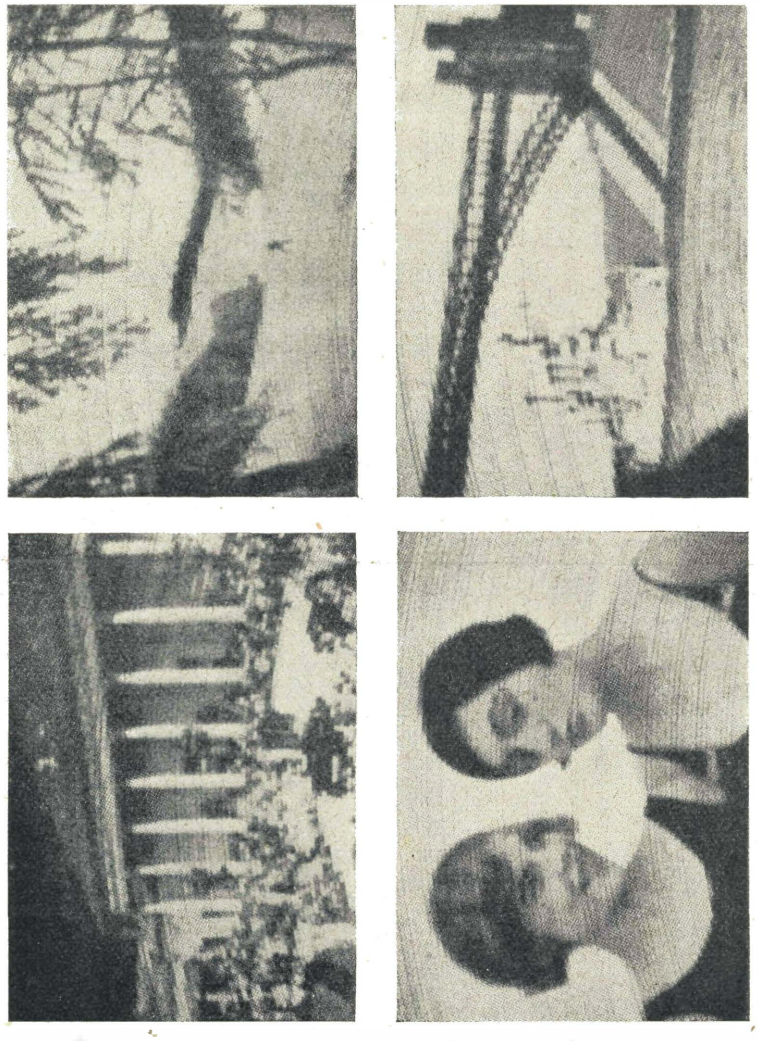


Fig. 3 *b* – Immagini ricomposte con 10000 aree elementari.

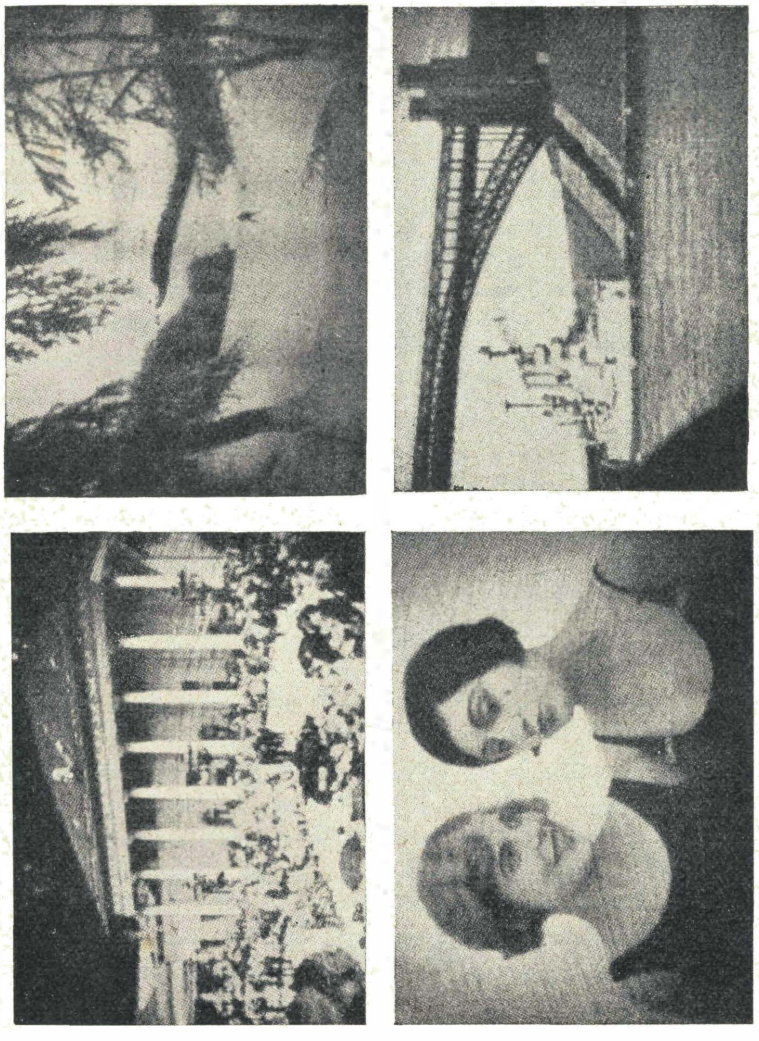


Fig. 3 *c* – Immagini ricomposte con 30000 aree elementari

*Fra queste, a parte il sistema Farnsworth di cui non si conoscono ancora i particolari, le più razionalmente applicabili s'imperniano sui seguenti principii:*

*1*) Dal lato trasmettitore: *Diminuire il numero delle stazioni regionali aumentando la potenza di quella nazionale, oppure, riservare alle trasmettenti radiovisione la gamma delle onde corte.*

*2*) Dal lato ricevitore: *Rendere i ricevitori ultra selettivi senza danneggiare la fedeltà di riproduzione.*

*Il primo principio non ha nulla di nuovo e sarebbe ottimo se non viene confermato che, per avere un'intensità di campo nei vari centri uguale a quella che esisteva prima quando funzionava la rispettiva stazione locale, l'aumento della potenza alla stazione nazionale non porta a delle cifre iperboliche in kW.*

*Il secondo principio è forse più accettabile specie dopo la conferma avuta riguardo le esperienze fatte dal Dott. J. Robinson con il suo Stenodo-Radiostato. Il principio stesso però sembra un paradosso poichè la selettività ha un limite massimo con la bontà di riproduzione. Non si può spingere eccessivamente la prima senza compromettere la seconda.*

*Secondo il Robinson sembra che ciò non sia vero, o che almeno la cattiva riproduzione non sia dovuta alla eccessiva selettività, ma bensì al fatto che finora non si è mai pensato di ridare alla frequenza musicale, per così dire compressa dalla selettività, la possibilità di poter manifestarsi liberamente per mezzo di speciali amplificatori di bassa frequenza.*

*Quindi, se effettivamente il radiostato può dare simili risultati anche la televisione potrà trarre utilissimi vantaggi poichè il numero delle attuali aree elementari (2000), potrebbe essere notevolmente aumentato senza perciò eliminare nessuna delle esistenti stazioni radiofoniche.*

*La più immediata soluzione del problema però, sta nel riservare alle trasmettenti radiovisione la gamma delle onde corte. In America infatti si è già praticamente su questa strada con risultati abbastanza soddisfacenti.*

*Riassumendo dunque, si può dire che anche su questo quarto problema una soddisfacente soluzione non può tardare.*

*Per quanto concerne poi le altre innovazioni apportate alla televisione, oltre ai già menzionati perfezionamenti, risultati concreti si*

*sono ancora ottenuti riguardo la possibilità di poter ottenere una fedele « immagine elettronica » in un tubo di Braun e di poter riunire in un unico complesso il dispositivo esploratore, il relais luminoso e parte del dispositivo di sincronismo.*

*Si è pure potuto realizzare il cosidetto « sistema esploratore a velocità variabile » il quale, come si vedrà in seguito, ha semplificato notevolmente il problema del sincronismo automatico.*

*Notevoli perfezionamenti si sono pure apportati alle cellule fotoelettriche ed ai relais luminosi e si è riusciti in questi ultimi a modulare direttamente sorgenti luminose di densità fino alle 800 candele Hefner per cmq.*

Fig. 4.

*Anche la tecnica degli apparecchi televisori oggi più in uso (tipi a disco ed a ruota a specchi) è stata notevolmente approfondita e corredata di preziosi dati sperimentali, dimodochè specie nei televisori ricevitori si è potuta raggiungere una certa semplicità delle parti non disgiunta ad un minimo costo e con dei risultati certamente migliori.*

*Infine, volendo gettare un rapido sguardo sull'attuale stato della televisione in Europa, si può senz'altro affermare che esso è sensibilmente migliorato.*

*Infatti, a parte le numerose case costruttrici di radiovisori sorte specialmente in Germania, altre due stazioni diffonditrici tedesche si sono aggiunte a quelle già esistenti di Londra e Berlino-Witzleben. Una di queste nuove stazioni anzi (Berlino-Doeberitz) effettua ottime trasmissioni poichè trasmette con 3080 aree elementari (si osservi la fotografia di fig. 4 dove l'immagine è stata ricomposta* [1] *con 3000*

[1] Esperienza eseguita dall'A.

*aree elementari) anzichè con 2100 e 1200 che sono rispettivamente quelle di Londra e Berlino.*

*In Italia non si sono ancora iniziate le trasmissioni, ma è da sperarsi che ciò avvenga quanto prima* (1), *per poter, sia pure in sede sperimentale, suscitare nell'amatore italiano quell'interessamento indispensabile per un ulteriore sviluppo.*

*Concludendo dunque, da questo breve esame riassuntivo, non si può certamente negare alla televisione un progresso davvero notevole dato il poco tempo trascorso e per conseguenza anche a voler essere scettici, bisogna tuttavia ritenere molto probabile che l'atteso grado di perfezione venga raggiunto in un tempo minore di quello previsto.*

Milano, Agosto 1931.

---

(1) In corso di stampa l'E.I.A.R. comunica che, salvo imprevisti dovuti a ritardi di forniture ecc., inizierà nel mese di Settembre di quest'anno, dalla Stazione di Roma, delle trasmissioni sperimentali di televisione.

# PARTE PRIMA

I.

# CONCETTO D' IMMAGINE E PRIME CONSIDERAZIONI GENERALI SUI TELEVISORI

§ 1. Immagine. — È noto come la luce sia la causa principale per la quale l'organo della vista vede. Infatti l'infinito numero di punti materiali che compongono uno o più soggetti posti nei limiti del nostro campo visivo, qualora siano illuminati, riflettono, assorbono e rifraggono i rispettivi raggi luminosi in maniera ben diversa l'uno dall'altro e secondo leggi determinate dalle caratteristiche ottiche di quel dato punto. L'effetto che ne consegue è che ciascuno dei suddetti punti assume una certa illuminazione e riflette a sua volta un raggio di luce nell'occhio, il quale per le sue proprietà simili ad un sistema diottrico, produce sulla retina un punto di luminosità proporzionale.

Analogamente si comportano tutti gli altri punti, determinando perciò sulla retina stessa un'assieme di punti più o meno luminosi i quali formano la cosidetta « immagine retinea » che a mezzo del nervo ottico viene poi trasmessa al cervello. Quest'ultimo allora percepisce la « visione reale » di tutto ciò che è compreso nel « campo visivo ».

Con l'aiuto della visione reale è poi possibile eseguirne l'immagine in maniera più o meno dettagliata a seconda della capacità individuale, riproducendo su di un piano le varie luminosità che il cervello rileva dai rispettivi punti luminosi che compongono l'immagine sulla retina. Il confronto allora, fra la luminosità del punto rilevato dal cervello sulla retina per effetto della visione reale ed il rispettivo punto dell'immagine che si eseguisce, è determinato col disporre in quel dato punto una data quantità di materia più o meno riflettente la luce e che dia a detto punto una luminosità simile a quella che l'occhio rileva dal vero.

Eseguito in questo modo una quantità sufficiente di punti che soddisfino l'intera riproduzione, si avrà eseguita « l'immagine » della suddetta visione reale.

Da questa breve esposizione risulta evidente il concetto « di immagine » e cioè: col nome di immagine generalmente s'intende « un assieme di punti più o meno luminosi posti su di un piano ».

§ 2. Area elementare. — Il suddetto concetto d'immagine è fondamentale specialmente per quanto riguarda la televisione. Infatti, dallo stesso concetto scaturisce il significato di aree elementari dell'immagine, inquantochè sia la stessa visione reale, come pure tutte le immagini ottenute con l'ausilio di sistemi diottrici, per ovvie ragioni riguardanti la costituzione della materia, sono composte da un numero grandissimo ma pur sempre finito di punti luminosi. Considerata perciò una data superficie dell'immagine, anche ciascun punto luminoso comprenderà quindi un'area piccolissima ma finita. Sono appunto queste piccole superfici che si denominano « aree elementari dell'immagine ».

Esclusi i sistemi diottrici come, p. es., gli occhiali, il microscopio semplice, il microscopio solare, l'obiettivo fotografico e le sue applicazioni nella camera oscura e negli apparecchi di proiezione, i quali rilevano « istantaneamente » le immagini con un numero di aree elementari simile a quelle che si formano sulla retina, un'immagine invece riprodotta manualmente oltrechè occupare un certo tempo per manifestarla interamente, avrà anche un numero di aree elementari molto più basso. Perciò la manifestazione di una immagine può essere tanto istantanea (immagini proprie ai sistemi diottrici) che lenta (immagini riprodotte manualmente).

Ora però, qualunque sia la manifestazione dell'immagine, se per definizione l'area elementare rappresenta una data superficie finita a luminosità uniforme, è ovvio che fra l'area stessa e la superfice dell'immagine esiste un rapporto, per il quale la percezione dei dettagli è soddisfacente.

Chiamando perciò con $S$ la superficie totale dell'immagine e con $x^2$ la rispettiva area elementare, la « ricchezza dei dettagli » $N_a$ sarà espressa dal rapporto:

$$N_a = \frac{S}{x^2} \text{ aree elementari} \qquad (1)$$

Un'immagine quindi, sarà tanto più dettagliata quanto più grande sarà il numero di aree elementari che la compongono.

La tabella I dà un'idea del valore di $N_a$ nei vari casi pratici.

*Tabella I.*

| Tipo di immagine | Na |
|---|---|
| Fotografia nitida (paesaggi o scene composte) ..... | 400000 |
| Schermo cinematografico (paesaggi o scene composte) . | 200000 |
| » » (mezzobusto) ..... | 150000 |
| Fotografie nitide di un mezzobusto ..... | 100000 |
| Cliché fotografico ..... | 5000 ÷ 10000 |
| Ricezione attuale per televisione (mezzobusto) ..... | 2100 |

§ 3. Immagine a soggetti fissi ed immagine a soggetti mobili. — Si è detto che un sistema diottrico manifesta contemporaneamente tutte le aree elementari che possono comporre una data immagine. Perciò se la visione reale, di cui il sistema è destinato a formare l'immagine, è composta di soggetti mobili anche l'immagine stessa che si ottiene sarà « a soggetti mobili » in modo che istante per istante l'immagine sarà fedele alla visione reale.

La riproduzione manuale di una visione reale è invece possibile solamente con soggetti fissi e l'immagine che si ottiene risulta evidentemente « un'immagine a soggetti fissi » inquantochè la luminosità delle aree elementari che la compongono, pur variando fra area e area, è sempre fissa per ciascuna area.

La differenza quindi, fra le immagini a soggetti fissi e le immagini a soggetti mobili consiste nella costanza, o rispettivamente, nella variabilità della luminosità delle aree elementari. Perciò si dirà che un'immagine è a soggetti mobili, quando la luminosità di almeno un'area elementare varia.

§ 4. Complesso trasmettitore-ricevitore teorico per televisione. — L'applicazione dunque di un sistema diottrico per trasmettere a distanza le immagini a soggetti mobili, pur essendo

l'ideale della televisione non è però un caso praticamente effettuabile. Infatti, usando un sistema diottrico e premessa la manifestazione istantanea di tutte le aree elementari, per la trasmissione a distanza ciascuna area elementare dovrebbe essere provveduta di un dispositivo atto a trasformare la variazione di luminosità dell'area in una variazione di corrente elettrica (cellula fotoelettrica) [1], mentre nella ricezione l'immagine dovrebbe essere formata da tante aree elementari, ognuna delle quali venga resa più o meno luminosa da un dispositivo che trasformi rispettivamente le variazioni elettriche in altrettante variazioni luminose (relais luminoso) [2].

Collegando poi con ordine ciascuna cellula fotoelettrica dell'apparecchio trasmettitore con il rispettivo relais luminoso del ricevitore, sullo schermo ricevente si manifesterebbe l'immagine della visione reale compresa nel campo dell'obbiettivo.

La fig. 5 illustra un simile complesso nel quale per maggiore chiarezza si è considerata un'immagine formata da sole 48 aree elementari. Il funzionamento è evidente. Infatti, sullo schermo 5 della camera oscura si manifestano istantaneamente le aree elementari che compongono l'immagine. Considerata perciò l'area 1, questa, per effetto dell'obbiettivo, assume una luminosità continuamente variabile, inquantochè il rispettivo punto materiale del soggetto reale che la genera varia anch'esso di luminosità per effetto del movimento proprio al soggetto stesso.

Analogamente e nello stesso istante, variano tutte le altre luminosità relative alle rimanenti aree elementari 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, ecc. sino all'area 48ª.

Ciascuna cellula fotoelettrica è così sollecitata a trasformare la rispettiva variazione luminosa in elettrica, la quale poi col mezzo di conduttori comuni viene inviata al ricevitore 2 e collegata col rispettivo relais luminoso. Per cui, p. es., ad una luminosità 1 dell'area 1 del trasmettitore corrisponde una luminosità anche 1 dell'area 1 del ricevitore; ad una luminosità 2 dell'area 2 del trasmetti-

---

[1] Sin d'ora col nome di cellula fotoelettrica si intenderà sempre un qualunque dispositivo atto a trasformare con inerzia praticamente trascurabile le variazioni luminose in variazioni di corrente elettrica.

[2] Anche per il relais luminoso, sin d'ora si considererà sempre come tale un qualunque dispositivo atto a trasformare con inerzia praticamente trascurabile le variazioni di corrente elettrica in variazioni luminose.

tore, corrisponde una luminosità anche 2 dell'area 2 del ricevitore e così similmente per le successive aree 3, 4, ecc. sino all'area 48.

Dato poi che la manifestazione dell'immagine sullo schermo 5 è istantanea, anche sullo schermo 9 del ricevitore l'immagine sarà a manifestazione istantanea e quindi il sistema sarà teoricamente adatto alla trasmissione e ricezione di immagini a soggetti mobili.

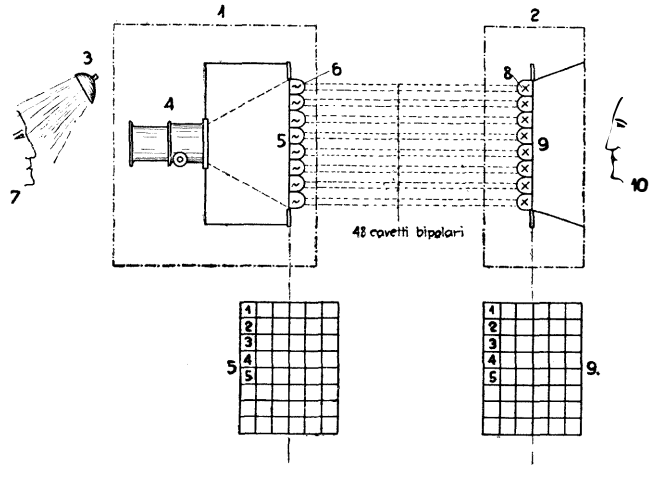



Fig. 5.

Trasmettitore-ricevitore a esplorazione a schermo.

1, Trasmettitore; 2, Ricevitore; 3, Riflettore; 4, Obiettivo; 5, Immagine del soggetto che si trasmette; 6, Cellule fotoelettriche; 7, Soggetto che si trasmette; 8, Relais luminosi; 9, Immagine ricevuta; 10, Osservatore.

Visto dal lato pratico però, questo sistema, specialmente per quanto concerne il trasmettitore, non è di facile realizzazione. Infatti, le difficoltà che vi si oppongono diventano evidenti qualora si pensi che per la trasmissione di immagini soddisfacenti occorrendo circa 3000 aree elementari ed anche più, a seconda dei casi, sarebbero rispettivamente 6000 i conduttori isolati che dovrebbero collegare il trasmettitore al ricevitore, senza considerare poi le difficoltà relative alla costruzione degli schermi 5 e 9 rispettivamente a 3000 cellule fotoelettriche e 3000 relais luminosi. Inoltre anche il collegamento radio fra il trasmettitore e il ricevitore risulterebbe per conseguenza assurdo.

Queste appunto le principali difficoltà di applicazione alla televisione delle immagini a manifestazione istantanea proprie ai sistemi diottrici.

§ 5. Immagine a manifestazione istantanea apparente. — Ora, da queste considerazioni, appare evidente uno dei primi problemi fondamentali relativi alla televisione: quello cioè di ridurre a due conduttori i collegamenti fra trasmettitore e ricevitore, utilizzando allo scopo un'immagine, la manifestazione della quale sia dovuta al rapido sostituirsi della rispettiva luminosità di ciascuna area elementare. Ciò premesso, qualora la sostituzione avvenga con velocità costante ed entro certi limiti di tempo, per il fenomeno della persistenza della luce sulla retina, l'immagine, quantunque non sia a manifestazione istantanea, risulterà invece all'occhio come tale provocando una « immagine a manifestazione istantanea apparente ».

Quindi in luogo di avere in gioco tante luminosità quante sono le aree elementari, si avrà una sola luminosità molto più variabile la quale potrà eccitare una unica cellula fotoelettrica da collegarsi con o senza filo al rispettivo relais luminoso del ricevitore, il quale, con un dispositivo analogo a quello usato nel trasmettitore per creare l'immagine a manifestazione istantanea apparente, rivelerà l'immagine.

Ma per dare maggiore evidenza al suesposto concetto si considererà anzitutto per un momento il fenomeno della persistenza delle immagini retinee.

§ 6. Persistenza delle immagini retinee. — È noto infatti come l'azione della luce pur essendo brevissima, permane invece sulla retina per ancora 1/10 di secondo circa.

Per convincersi di questo fatto si prenda un disco $D$ munito di una corona di fori sul contorno (fig. 6) e lo si faccia rotare intorno al suo asse col mezzo di un motorino elettrico $M$ a velocità variabile. Collocando l'orlo del disco sul cammino di un fascio luminoso $F$ prodotto dalla sorgente luminosa $L$, e raccogliendo la luce che passa attraverso ai fori sopra uno schermo $S$, la luminosità della proiezione $S$ apparirà intermittente se il disco ruota lentamente, sembrerà invece stabile quando il disco ruota celermente in modo che ogni interruzione del fascio luminoso duri meno di 1/10 di secondo.

Un punto luminoso che si muova abbastanza rapidamente, dà l'impressione di una linea luminosa. Un razzo luminoso infatti descrive nella sua ascesa una striscia luminosa.

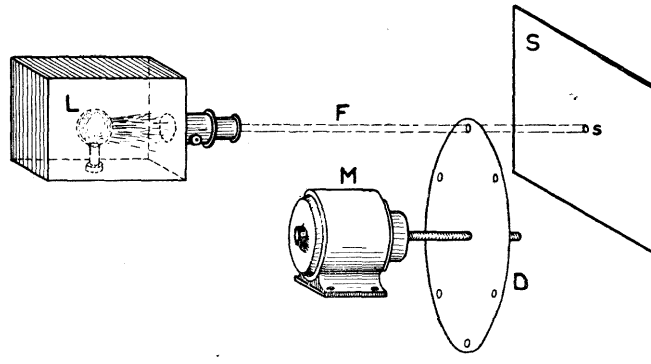



Fig. 6.

Un rullo dentato che ruoti a scatti (fig. 7) in modo che lo scatto sia di un dente e duri meno di 1/10 di secondo farà sembrare il rullo fermo.

La stroboscopia e la cinematografia sfruttano anch'esse la persistenza delle immagini retinee. Questi fatti dimostrano appunto il fenomeno e cioè che la durata della sensazione è dunque maggiore di quella dell'eccitazione, e le successive impressioni si combinano come se fossero simultanee.

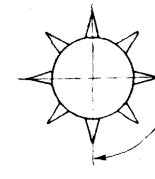


Fig. 7.

§ 7. Trasformazione di un'immagine istantanea in una immagine a manifestazione istantanea apparente. — Ritornando quindi al concetto dell'immagine a manifestazione istantanea apparente, questo, ai fini della televisione, concerne il seguente problema:

— « Data una visione reale a soggetti mobili formarne l'immagine utilizzando una sola area elementare, mobile planimetricamente in modo che con moto uniforme occupi successivamente le aree elementari cieche illuminandole colla dovuta luminosità nell'ordine della visione reale e che la manifestazione dell'intera immagine duri meno di un decimo di secondo ». —

Se con $A$ (fig. 8) si rappresenta la visione reale la di cui immagine a manifestazione istantanea apparente deve essere manifestata in $B$, e supposto per semplicità che siano sufficienti 25 aree elementari, per quanto detto, la variazione della luminosità dell'area mobile $x^2$ deve essere tale che nel suo movimento dall'1 verso 5, da 6 verso 10 sino da 21 verso 25 per poi ricominciare da capo da 1 verso 5, ecc., eguagli rispettivamente le aree da 1 verso 5, da 6 verso 10, ecc., sino da 21 verso 25 per poi ricominciare da capo da 1 verso 5, ecc., della visione reale $A$.

Se quindi il movimento dell'area mobile $x^2$ è tale che il percorso dell'intera immagine duri meno di 1/10 di secondo, detta area per-

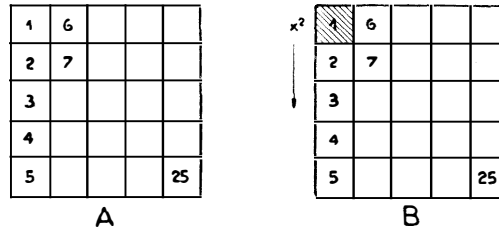



Fig. 8.

correndo le posizioni 1, 2, 3, 4, 5 ecc. giungerà nella posizione 25 che la luminosità delle posizioni 1 e successive, perdurando ancora sulla retina, darà all'osservatore l'illusione di vedere l'intera immagine.

A concretare le idee si supponga che la superfice $A$ di un vetro smerigliato (figg. 9*a* e 9*b*) rappresenti l'immagine a manifestazione istantanea della visione reale compresa nel campo visivo dell'obbiettivo $O$ e sia $B$ il piano su cui deve apparire la stessa immagine di $A$ ma a manifestazione istantanea apparente, utilizzando appunto un'area elementare mobile planimetricamente con moto uniforme ed a intensità luminosa variabile.

Allo scopo s'immagini che un diaframma $C$ intercetti la proiezione dell'immagine sul piano $B$ ad eccezione di un unico punto luminoso originato da un foro piccolissimo di sezione $x^2$ praticato nel diaframma stesso. Senza il diaframma $C$ quindi, sullo schermo $B$ risulta proiettata l'immagine $A$, interponendo invece il diaframma in modo che il foro $x^2$ sia compreso nell'area dell'immgine $A$, sullo

schermo $B$ risulterà così proiettato un unico punto luminoso $x^2$ di luminosità simile a quella che il foro $x^2$ scopre sull'immagine $A$ che si proietta.

Si supponga ancora che il diaframma $C$, mosso da un meccanismo speciale, possa spostare il foro $x^2$ in esso praticato, dalla po-

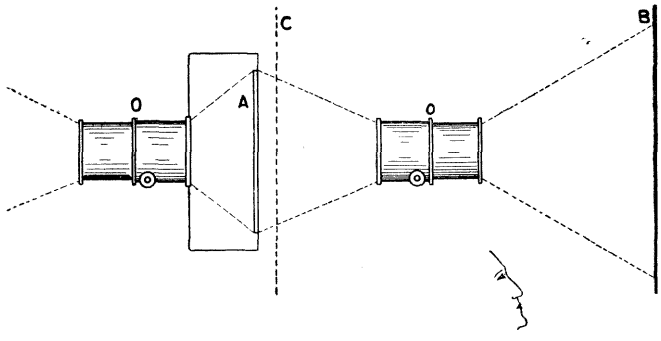



Fig. 9 *a*.

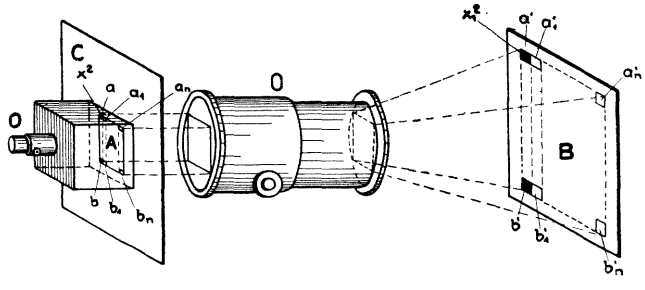



Fig. 9 *b*.

Trasformazione di un'immagine istantanea in un'immagine a manifestazione istantanea apparente.

sizione iniziale $a$ verso $b$, quindi dalla posizione iniziale successiva $a_1$ verso $b_1$, ecc., sino, per ultimo, dalla posizione iniziale $a_n$ verso $b_n$ per poi ricominciare da capo da $a$ verso $b$ e così via di seguito conservando in tutto questo percorso una velocità costante.

Ora, se un simile movimento del diaframma è lento sullo schermo $B$ si osserverà l'apparire distinto di una successione di punti luminosi lungo le verticali $a'\,b'$, $a'_1\,b'_1$ sino alla verticale $a'_n\,b'_n$ quindi ancora lungo le verticali $a'\,b'$, $a'_1\,b'_1$, ecc., ecc. ; ma qualora invece il

movimento del diaframma sia tale, che il tempo impiegato dal foro $x^2$ per percorrere l'intera immagine $A$ duri meno di 1/10 di secondo, sullo schermo $B$, per effetto della persistenza della luce sulla retina l'osservatore vedrà un'immagine molto meno luminosa ma fedele nei dettagli e nel movimento dei soggetti mobili all'immagine $A$ e per conseguenza anche simile alla visione reale compresa nel campo visivo dell'obbiettivo $O$.

Si avrà dunque in questo modo realizzato un complesso otticomeccanico permettente la trasformazione di un'immagine a manifestazione istantanea in un'altra immagine fedele alla prima ma a manifestazione istantanea apparente. Quest'ultima risulterà perciò adatta ad essere trasmessa a distanza usando una sola cellula fotoelettrica utilizzando per conseguenza, come collegamento fra trasmettitore e ricevitore o due conduttori o un collegamento per via radio.

§ 8. Complesso trasmettitore-ricevitore teorico per televisione (a presa indiretta). — Per ottenere la realizzazione pratica di un complesso trasmettente-ricevente televisione, sfruttando appunto le immagini a manifestazione istantanea apparente, è sufficiente piazzare la cellula fotoelettrica al posto dell'osservatore (fig. 9*a*) inquantochè se l'organo della vista di quest'ultimo, data la persistenza della luce sulla retina, non può seguire il rapido movimento del punto luminoso $x^2$, la cellula fotoelettrica invece, praticamente priva d'inerzia, controllerà senz'altro le rapide variazioni di luminosità del punto $x^2$ trasformandole in una corrente elettrica variabile col ritmo che varia la luminosità del punto stesso. Detta corrente poi, debitamente amplificata potrà, con o senza filo, essere inviata al ricevitore il quale sarà simile al trasmettitore ma con funzionamento inverso, in modo cioè che una superfice $A$ eguale all'immagine $B$ del trasmettitore possa venire illuminata dal relais luminoso del ricevitore azionato dalla corrente in arrivo, e un identico diaframma $C$ muovendo il foro $x^2$ in sincronismo col foro del diaframma trasmettitore determinerà sulla superficie $A$ una serie di punti luminosi susseguentisi velocemente i quali a loro volta formeranno un'immagine a manifestazione istantanea apparente, simile a quella creata dal diaframma trasmettitore sul piano $B$.

La fig. 10 illustra un simile complesso trasmettitore-ricevitore, detto anche a sistema indiretto inquantochè la visione reale prima

di essere trasformata in una immagine a manifestazione istantanea apparente deve manifestarsi sul vetro smerigliato $A$ (fig. 9*b*) quale immagine istantanea.

§ 9. RAGGIO ESPLORATORE, AREA ELEMENTARE ESPLORATRICE, DISPOSITIVO ESPLORATORE. — Ora dunque, risulta evidente l'utilità delle immagini a manifestazione istantanea apparente, e data l'importanza che esse assumono in televisione, e per rendere maggiormente chiari i vari meccanismi escogitati per la manifestazione di dette immagini, converrà sin d'ora denominare con nomi appropriati gli elementi relativi agli effetti dei meccanismi stessi.

Si chiamerà quindi con « raggio esploratore » il raggio luminoso prodotto dal foro $x^2$ del diaframma mobile $C$ (fig. 9*b*); con « area elementare esploratrice » la proiezione di detto raggio su di una data superficie normale alla sua direzione, ed infine con « dispositivo esploratore » il diaframma $C$ o qualunque altro dispositivo atto a produrre il raggio esploratore.

Per maggiore chiarezza si esamineranno più dettagliatamente in seguito i vari dispositivi esploratori, poichè per studiare ed analizzare quest'ultimi, al lettore necessita anzitutto conoscere l'intimo funzionamento sia della cellula fotoelettrica che del relais luminoso ai quali perciò si dedicherà ancora tutta la prima parte del libro.

§ 10. COMPLESSO TRASMETTITORE-RICEVITORE TEORICO PER TELEVISIONE (A PRESA INDIRETTA), ESPLORAZIONE COSTANTE ED ESPLORAZIONE VARIABILE. — Ma prima di procedere e ritornando al complesso trasmettitore-ricevitore di televisione a presa indiretta (fig. 10) questo, praticamente e per quanto concerne il trasmettitore, può essere ancora notevolmente semplificato. Infatti, per quanto già detto, il problema da risolvere in un trasmettitore è il seguente: da una visione reale creare un'immagine a manifestazione istantanea apparente. Come si è già visto, il problema è stato risolto indirettamente nel complesso illustrato dalla fig. 10, ma è però possibile risolverlo in maniera più diretta. Infatti, se si parte dal concetto che la luce è la causa per cui l'organo della vista vede i soggetti da essa illuminati e posti nei limiti del campo visivo, un raggio esploratore ad intensità luminosa costante che esplori con velocità costante direttamente i soggetti posti in un ambiente oscuro, con il

suo rapido movimento planimetrico, e sempre per il fenomeno di persistenza della luce sulla retina, darà all'osservatore l'illusione di vedere i soggetti illuminati da una luce diffusa inquantochè sulla retina stessa si formerà direttamente l'immagine a manifestazione istantanea apparente di quella parte dei soggetti compresi nel

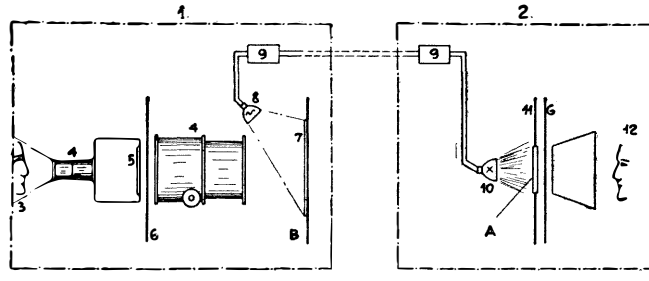



Fig. 10.
Trasmettitore-ricevitore a esplorazione indiretta.

1, Trasmettitore; 2, Ricevitore; 3, Soggetto che si trasmette; 4, Obiettivo; 5, Immagine istantanea del soggetto; 6, Diaframma mobile; 7, Immagine a manifestazione istantanea apparente del soggetto; 8, Cellula fotoelettrica; 9, Amplificatori; 10, Relais luminoso; 11, Vetro smerigliato; 12, Osservatore.

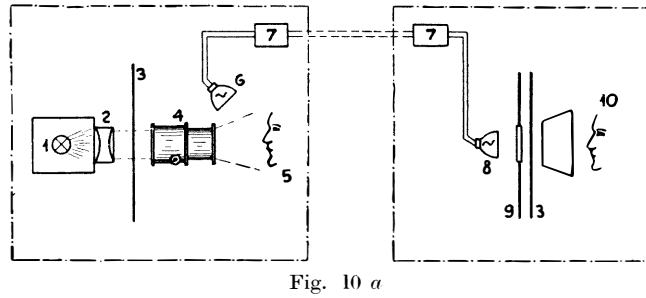



Fig. 10 *a*
Trasmettitore-ricevitore ad esplorazione diretta.

1, Sorgente luminosa; 2, Condensatore; 3, Diaframma mobile; 4, Obiettivo; 5, Soggetto che si trasmette; 6, Cellula fotoelettrica; 7, Amplificatori; 8, Relais luminoso; 9, Vetro smerigliato; 10, Osservatore.

campo di esplorazione. Sostituendo perciò all'occhio una cellula fotoelettrica del tipo ad inerzia nulla, questa trasformerà fedelmente la variazione luminosa prodotta dal cammino del raggio esploratore sui vari punti materiali formanti i soggetti da trasmettere, in altrettante variazioni di corrente. La ricezione avviene invece come nel sistema indiretto, mentre la fig. 10*a* illustra appunto un simile complesso trasmettitore-ricevitore a sistema diretto.

In ambedue i complessi però, lo scopo del dispositivo esploratore è perfettamente identico inquantochè la loro rispettiva area elementare esploratrice risulta a luminosità variabile ed è provvista di un moto uniforme.

Qualora, anzichè creare un'area mobile con « moto uniforme » e di «luminosità modulata» secondo i dettagli dell'immagine che si vuol riprodurre, il dispositivo esploratore generi invece un'area esploratrice mobile con « moto variabile » e di « luminosità costante », il principio di funzionamento del dispositivo esploratore risulta completamente diverso.

Infatti è altresì possibile creare un'immagine a manifestazione istantanea apparente facendo percorrere ad un punto di luminosità costante un percorso nel noto senso di esplorazione e facendolo più o meno sostare, durante detto percorso, a seconda che i dettagli dell'immagine che si desidera riprodurre sieno più o meno luminosi. Ne risulta che dove il punto passa velocemente, l'impressione luminosa che riceve l'occhio è debole, dove invece il punto sosta un po' di più l'impressione è più forte.

Ammettendo quindi che la velocità di spostamento dell'area esploratrice venga eseguita proporzionalmente alla luminosità delle singole aree elementari dell'immagine, risulta possibile creare una immagine a manifestazione istantanea apparente sfruttando la possibilità di poter variare la velocità di spostamento di un'area esploratrice a luminosità costante, anzichè variare la luminosità di un'area esploratrice a velocità costante come si è infatti sinora considerato.

In tutti e due i metodi naturalmente, l'effetto che si ottiene è sempre il medesimo e consiste nel far arrivare alla fotocellula una «quantità di flusso luminoso» che sia proporzionale ai diversi valori di luminosità di ogni singola area elementare dell'immagine che si trasmette. Data però la diversità del principio impiegato per la loro realizzazione, sin d'ora si distingueranno i due metodi chiamando « metodo con esplorazione costante » quello in cui la velocità di spostamento del raggio esploratore è costante, e « metodo con esplorazione variabile » quello in cui la velocità di spostamento del raggio esploratore è variabile.

Si aggiunge però che quest'ultimo metodo, sebbene presenti notevoli vantaggi sul primo, non è ancora applicato negli attuali

complessi televisori industriali a causa della sua difficoltosa messa a punto ed instabilità di funzionamento.

Larga applicazione ha trovato invece il metodo a esplorazione costante con presa diretta, il quale è certamente il più semplice ed anche il meno costoso dei dispositivi esploratori.

La fig. 11 illustra appunto lo schema di una attuale trasmittente di radiovisione utilizzante il metodo a esplorazione costante.

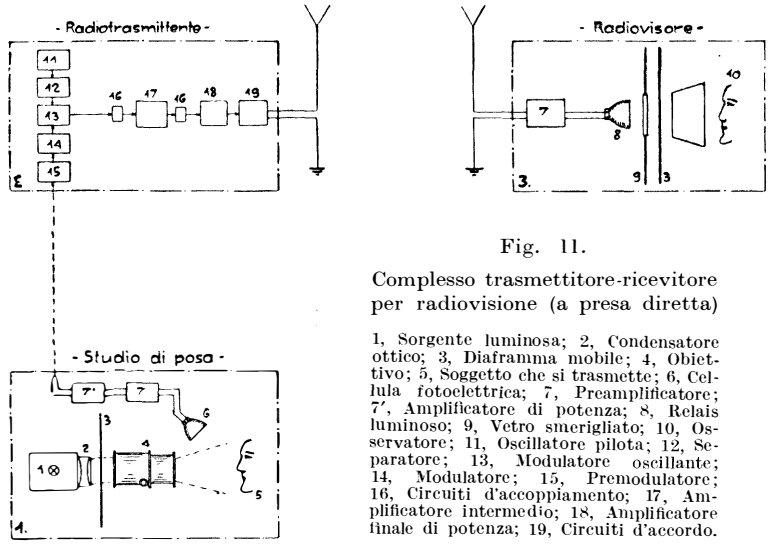



Fig. 11.

Complesso trasmettitore-ricevitore per radiovisione (a presa diretta)

1, Sorgente luminosa; 2, Condensatore ottico; 3, Diaframma mobile; 4, Obiettivo; 5, Soggetto che si trasmette; 6, Cellula fotoelettrica; 7, Preamplificatore; 7′, Amplificatore di potenza; 8, Relais luminoso; 9, Vetro smerigliato; 10, Osservatore; 11, Oscillatore pilota; 12, Separatore; 13, Modulatore oscillante; 14, Modulatore; 15, Premodulatore; 16, Circuiti d'accoppiamento; 17, Amplificatore intermedio; 18, Amplificatore finale di potenza; 19, Circuiti d'accordo.

Nello studio di posa infatti, le variazioni luminose dovute all'esplorazione dell'immagine che si trasmette, vengono trasformate in variazioni elettriche ed inviate per filo alla stazione radiotrasmittente dove vengono ancora trasformate in energia elettromagnetica ad alta frequenza e quindi irradiate dall'antenna nello spazio. I icevitori poi, che si trovano nel raggio d'azione della trasmettente possono captare l'energia elettromagnetica, trasformarla in rispettive variazioni elettriche, amplificarle e quindi ritrasformarle in variazioni luminose le quali, con l'ausilio del dispositivo esploratore (premessa l'esistenza del sincronismo), riveleranno l'immagine che si trasmette a centinaia di chilometri di distanza dal suddetto studio di posa.

II.

# LA CELLULA FOTOELETTRICA

§ 11. Come funziona la cellula fotoelettrica. — Per comprendere bene il fenomeno fondamentale dal quale la cellula fotoelettrica trae la proprietà di trasformare le variazioni luminose in elettriche, è indispensabile considerare ciò che la moderna teoria degli elettroni insegna riguardo la costituzione della materia.

Infatti si ritiene oggi che la più piccola parte di un corpo semplice cioè l'atomo, sia a sua volta composto da elementi fra loro invisibili. Un atomo sarebbe quindi composto da un nucleo centrale carico di elettricità positiva (« lo ione o protone »), intorno al quale, con orbite ben definite ruotano nuclei molto più piccoli, carichi di elettricità negativa, chiamati « elettroni ». Dal numero di elettroni, dalla loro distanza dallo ione e dal numero di sistemi ione-elettrone contenuti in un atomo di un dato corpo, si definirebbe inoltre lo stato fisico (solido, liquido e gassoso) e la classe del corpo stesso.

Questa teoria ampliata con più severi concetti fisico-matematici che qui non è il caso di esporre, è oggi generalmente accettata. La radio attività e le numerose applicazioni del fenomeno elettronico, confermano del resto la teoria come la più logica, sebbene su di essa non sia ancora detta l'ultima parola.

Comunque, l'uomo con l'aiuto dell'osservazione e dell'esperienza, è oggi penetrato nell'atomo liberandone gli elettroni e sfruttando i vari fenomeni originati dal loro movimento.

I vincoli infatti che legano lo ione all'elettrone essendo relativamente lenti, possono essere eliminati assoggettando il corpo, messo in condizioni adatte, all'azione di una forma di energia. Generalmente la forma di energia calorica determina in tutti i corpi l'emissione elettronica con intensità di emissione più o meno grande. Nei metalli in special modo l'emissione è molto più intensa che non

negli altri corpi e si ritiene perciò che i vincoli che legano lo ione all'elettrone siano per i metalli molto lenti.

Se perciò si riscalda un metallo sino ad un certo limite di temperatura, si ottiene dapprima un movimento di elettroni i quali generano una debolissima corrente elettrica; oltrapassando invece detto limite, l'agitazione degli elettroni è tale che essi vincendo l'attrazione dello ione escono dal metallo.

Questo fenomeno presenta analogie notevoli con quello della ebollizione dei liquidi. Infatti un liquido che si trovi allo stato di equilibrio non vaporizza inquantochè la tensione superficiale del liquido glielo impedisce; qualora però si riscaldi il liquido, le molecole, assumendo una certa energia cinetica, possono vincere la tensione superficiale e sortire dal liquido stesso. Si dice che il liquido vaporizza o bolle a seconda che l'azione del calore sia più o meno intensa. Analogamente quindi si comportano gli elettroni nei metalli sotto l'azione del calore. Sicchè, quanto maggiore sarà la somministrazione di calore, tanto maggiore sarà l'energia cinetica che acquista l'elettrone il quale oltrechè sortire del metallo, data la sua notevole forza viva, potrà produrre nel suo cammino ingenti effetti.

Oltrechè l'energia calorica, eguali effetti sui corpi ed in particolare sui metalli produce l'energia elettromagnetica. Analogamente quindi una sorgente luminosa, che altro non è che un generatore di energia elettromagnetica ad onda ultracorta, produce sui metalli l'effetto elettronico. Un metallo sottoposto all'azione di una sorgente luminosa più o meno intensa emetterà più o meno elettroni a seconda della intensità della luce agente. È appunto su quest'ultimo principio che si basa la « cellula fotoelettrica », mentre qualora si sostituisca l'azione della luce con l'azione del calore, il principio di funzionamento riguarda essenzialmente i noti « tubi elettronici ».

Effettivamente, l'energia calorica e l'energia elettromagnetica non differiscono fra di loro che per la frequenza con cui vengono irradiate dalla sorgente stessa.

Sotto questo punto di vista quindi il fenomeno elettronico si generalizza e può essere considerato come « effetto » di una radiazione sulla materia.

Infatti, seguendo il concetto einsteiniano, una sorgente emettente una radiazione qualsiasi, non irradia un flusso continuo di energia, ma bensì un certo numero di corpuscoli energetici i quali

agiscono indipendentemente uno dall'altro. Questi corpuscoli chiamati anche « quanti » o « fotoni » contengono in se stessi una certa energia più o meno grande, dipendente dalla frequenza con cui vengono irradiati dalla sorgente.

Ponendo quindi la materia sotto l'influenza della radiazione, i « quanti » urtando gli ioni della materia cedono tutta la loro energia spendendola parte per la liberazione degli elettroni meno vincolati al rispettivo ione e parte per lanciare detti elettroni fuori dalla stessa materia con notevoli velocità dipendenti naturalmente dall'energia di cui dispone il quanto.

Chiamando con $\varepsilon$ l'energia di un quanto, l'esperienza ha dimostrato che essa è espressa dal prodotto di una costante « $a$ » [1], la quale è eguale per tutti i corpi, per la frequenza d'emissione dei quanti e cioè

$$\varepsilon = a \cdot f$$

Se si definisce ancora con « $m$ » la massa dell'elettrone, con « $v$ » la sua velocità d'uscita dallo ione e con « $l$ » l'energia spesa per liberarlo, si potrà senz'altro stabilire l'eguaglianza

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = a \cdot f - l$$

e cioè: « la forza viva che acquista l'elettrone nell'urto del quanto con lo ione è data dall'energia del quanto diminuita dall'energia spesa per liberare l'elettrone dallo stesso ione ».

Può anche accadere che a causa della bassa frequenza della radiazione, l'energia del quanto sia così piccola da liberare appena l'elettrone dallo ione senza però farlo uscire dalla materia; si verificherebbe allora l'eguaglianza

$$a \cdot f = l$$

e cioè l'emissione elettronica è nulla qualunque sia l'intensità della radiazione. Questo limite di frequenza per il quale cessa il fenomeno

---

[1] Costante di PLANCK: $a = 6{,}55 \cdot 10^{27}$ erg. sec.

elettronico dimostra chiaramente l'influenza che ha la frequenza della radiazione sulla entità della forza viva che può acquistare l'elettrone, mentre invece il « numero degli elettroni » emessi (se la frequenza è tale da provocare l'emissione) dipende dal numero dei quanti e quindi dall'intensità della sorgente irradiante.

Ma ritornando alla realizzazione pratica del fenomeno elettronico, qualunque sia la frequenza che lo origina in un dato corpo, affinchè il fenomeno sia sensibile e quindi praticamente utilizzabile, deve trovarsi in determinate condizioni di ambiente che favoriscano il fenomeno stesso.

È appunto per questo che Edison creando la lampada elettrica inconsapevolmente diede luogo anche alla manifestazione del fenomeno elettronico, da lui stesso più tardi osservato constatando che il bulbo di una lampada elettrica accesa si caricava di elettricità negativa.

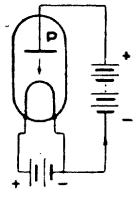


Fig. 12.

Questo fatto quindi non poteva essere dovuto che al movimento degli elettroni negativi dal filamento al bulbo sul quale evidentemente si arrestavano caricandolo negativamente. Ma questo fenomeno elettronico, più tardi osservato dallo Edison, se pur determinava l'ambiente necessario per rivelarlo, non aveva però carattere di continuità inquantochè dopo un certo periodo di tempo che la lampada era accesa, la carica negativa del bulbo risultava tale da impedire addirittura agli elettroni di uscire dal filamento e facendo, in questo modo, cessare il fenomeno d'emissione.

Effettivamente, cosa analoga succede in tutte le lampade elettriche quando vengono accese.

Se però si apre agli elettroni una via d'uscita per la quale essi possano sfuggire, introducendo p. es. nel bulbo davanti al filamento una placca metallica *P* (fig. 12) sottoposta ad un potenziale positivo costante, il fenomeno diventa continuo e una debolissima corrente elettrica si stabilisce nel senso della freccia.

Sono appunto queste le condizioni d'ambiente atte a utilizzare il fenomeno elettronico, trasformando la causa del fenomeno stesso (energia calorica per i tubi elettronici, e energia elettromagnetica per le cellule fotoelettriche) in corrente elettrica.

Si deve al Fleming l'ideazione e la costruzione di un primo

dispositivo a emissione elettronica per effetto del calore e da lui chiamato « diodo » (fig. 10) mentre solamente molto più tardi l'Halwachs, con l'uso di certi metalli alcalini quali emittenti, costruiva un dispositivo simile a quello del Fleming ma a emissione elettronica per effetto della energia elettromagnetica (effetto fotoelettrico).

Comunque in ambedue i casi è da notarsi che, avvenendo l'emissione elettronica in gas molto rarefatti e date le notevoli velocità che assumono gli elettroni percorrendo sotto l'azione della placca acceleratrice delle traiettorie rettilinee, la trasformazione fra causa ed effetto avviene con inerzia praticamente trascurabile.

È appunto questa inerzia trascurabile che dà alla cellula ad effetto elettronico quei vantaggi che in riguardo specialmente alla televisione si erano inutilmente cercati usando le cellule al selenio, caratteristiche invece per la loro rilevante inerzia e tendenza al facile esaurimento.

Ciò premesso e stabilito il principio, non sarà difficile penetrare nelle caratteristiche di funzionamento dei vari tipi di cellule.

§ 12. Cellula fotoelettrica al selenio, inerzia, esaurimento. — L'effetto fotoelettrico del selenio è basato sulla proprietà che ha questo metallo di variare la sua conduttività quando è sottoposto a delle variazioni luminose. Se si trasportano su di un sistema di assi cartesiani, e più precisamente sull'asse delle ordinate, le variazioni di corrente prodotte dalle variazioni luminose e sull'asse delle ascisse il tempo che impiega la corrente per aumentare o diminuire, a seconda che la luminosità aumenti o diminuisca, l'esperienza rivela che in condizioni di riposo, cioè a luce costante (p. es., di 10 candele) la corrente nel circuito ha un valore anche costante $O - i_1 A$ (fig. 13). Ora, se nell'istante $t_1$ si aumenta istantaneamente la luce, p. e., da 10 a 100 candele, la corrente assume il valore $O - i_2 A$ ma non subito, inquantochè scorre un certo tempo $t_1 - t_2$ secondi, prima che la corrente raggiunga il valore $O - i_2 A$, il quale rimane costante sino all'istante $t_3$ in cui facendo diminuire istantaneamente la luce, p. es., da 100 a 10 candele, la corrente incomincia a diminuire e raggiunge il valore iniziale $O - i_1 A$ nel tempo $t_3 - t_4$ secondi.

Questi ritardi fra causa ed effetto rappresentano appunto « l'inerzia » della cellula e più precisamente il tempo $t_1 - t_2$ è « l'i-

nerzia all'illuminazione », il tempo $t_3 - t_4$ è « l'inerzia all'oscuramento » mentre il diagramma della stessa fig. 13 mostra molto chiaramente come quest'ultima inerzia sia assai maggiore della prima.

Ora, praticamente, anche con i recenti perfezionamenti delle cellule al selenio, la loro inerzia risultante è tale che non possono trasformare con fedeltà variazioni luminose in elettriche che sorpassino gli 8000 per.; a 10.000 per. infatti si verificano già dei no-

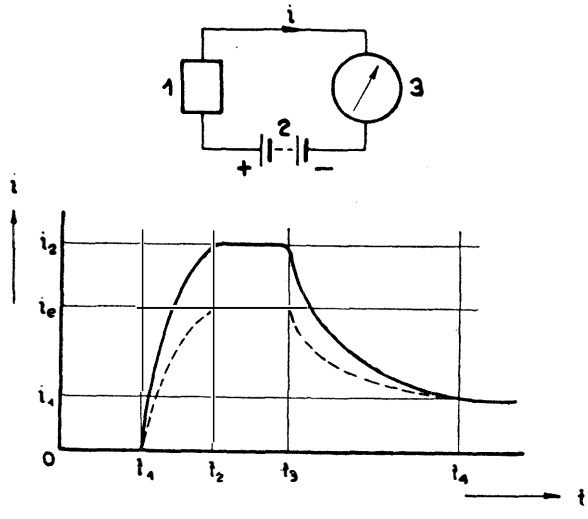



Fig. 13.

1, Cellula al selenio; 2, Batteria; 3, Milliamperometro.

tevoli effetti di sovrapposizione e quindi delle conseguenti distorsioni nella caratteristica di corrente che si desidera ottenere.

Inoltre, supponendo che la cellula al selenio lavori continuamente per un certo periodo di tempo, trascorso questo, la cellula presenta il fenomeno d'esaurimento, nel senso che ad una variazione di luminosità, p. es., di 90 candele, non corrisponde più una corrente $O - i_1$, come nel primo tempo di funzionamento, ma vi corrisponde bensì una corrente $O - i_e$ la quale, com'è ben visibile dal diagramma di fig. 13, è molto minore della prima.

Sono dunque l'inerzia e l'esaurimento le cause che hanno fatto abbandonare già da tempo la cellula fotoelettrica al selenio mentre forse l'unico vantaggio rimastole è quello di fornire inten-

sità di corrente maggiori che non le cellule ad effetto elettronico. Però anche quest'ultimo vantaggio incomincia col diventare molto relativo, quando si pensi che, a parte il progresso continuo che si sta realizzando nelle cellule ad effetto elettronico, la perfezione ormai raggiunta nella costruzione degli amplificatori può compensare molto bene questa loro mancanza di sensibilità.

§ 13. CELLULA AD EFFETTO ELETTRONICO, CELLULE A VUOTO SPINTO, CELLULA A GAS. — Queste cellule, quasi prive di inerzia sul principio di funzionamento delle quali si è già accennato, si possono suddividere in due tipi principali e cioè in « cellule a gas » ed in cellule a « vuoto spinto ».

Nelle prime l'emissione elettronica avviene in un dato gas, nelle seconde invece l'emissione avviene nel vuoto spinto. La differenza quindi fra le due, sta nella sensibilità inquantochè nel tipo a gas la presenza dello stesso, provocando la ionizzazione per urto nel senso di scindere l'ione gas dell'elettrone, determina una cessione in questa maniera di parte degli elettroni di detto gas i quali attratti dalla placca, rinforzano per così dire l'emissione elettronica del catodo, contribuendo ad aumentare la corrente che la cellula può fornire per una data variazione luminosa, col risultato di aumentarne la sensibilità.

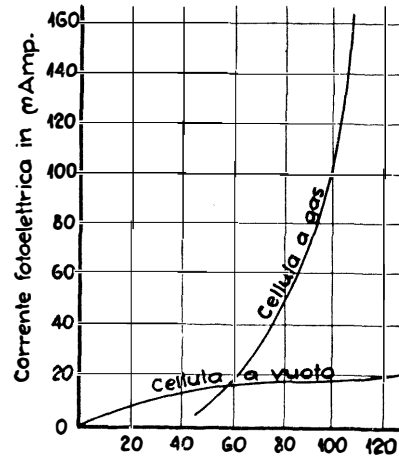


Fig. 14.

La fig. 14 rappresenta le differenti caratteristiche di accelerazione (corrente fotoelettrica in funzione della tensione acceleratrice) dei due tipi di cellule, dove risulta evidente come la corrente fotoelettrica ottenuta invece nel tipo a vuoto spinto pur essendo molto più piccola di quella fornita dalla cellula a gas, ha però il vantaggio di non variare, dopo un certo limite, col variare della tensione acceleratrice (limite di saturazione) poichè la corrente fotoelettrica prodotta è dovuta al solo catodo.

Per quanto concerne poi la sensibilità (corrente fotoelettrica in funzione del flusso luminoso) come si è già detto la cellula a gas è molto più sensibile che non quella a vuoto spinto. Occorre notare però che nei confronti esperimentali della sensibilità dei due tipi di cellule è indispensabile che le cellule stesse abbiano eguali caratteristiche costruttive e che durante le prove non vari lo stato del gas (cellula luminescente) perchè piccole variazioni della pressione interna produrrebbero anche apprezzabili variazioni di sensibilità. Da severi controlli fotometrici dunque, si può generalmente ritenere che la sensibilità di una cellula a gas è quasi tripla di quella di una identica cellula ma del tipo a vuoto spinto.

A questo aumento di sensibilità vi corrisponde però un aumento dell'inerzia della cellula inquantochè in conseguenza dell'urto degli elettroni con le molecole del gas, gli elettroni stessi perdono velocità e raggiungono perciò l'anodo con un certo ritardo il quale va a scapito del minimo tempo che impiega la luce (causa) per trasformarsi in corrente elettrica (effetto).

Le cellule a vuoto spinto invece, danno una corrente molto minore poichè l'emissione elettronica è dovuta interamente al catodo, ma avvenendo il percorso degli elettroni fra catodo ed anodo liberamente, cioè senza perdite di velocità, anche la corrispondente inerzia di questi tipi di fotocellule risulta praticamente nulla.

La cellula a gas inoltre, ha lo svantaggio di variare sensibilmente la propria corrente fotoelettrica, qualora, si producano piccole variazioni del potenziale che è applicato all'anodo. Infatti, dal valore di questo potenziale dipende evidentemente la velocità dell'elettrone e quindi il conseguente effetto di ionizzazione e, dall'entità di quest'ultima dipende poi circa 2/3 della corrente fotoelettrica totale, essendo l'altro terzo dovuto al solo catodo. Da ciò le sensibili variazioni della corrente fotoelettrica per piccole variazioni del potenziale anodico (correnti parassitarie).

In riguardo ancora al variare della sensibilità delle cellule rispetto alle variazioni della frequenza di modulazione propria alla luce che colpisce il catodo, da esperienze eseguite si può dire che il tipo a vuoto è indipendente da detta frequenza, mentre invece per il tipo a gas la rispettiva « sensibilità » può notevolmente diminuire ed eguagliare addirittura quella del tipo a vuoto qualora la frequenza sorpassi i 100000 per.

Per frequenze superiori infatti, alla diminuita sensibilità vi corrispondono ancora dei notevoli effetti di sovrapposizione delle correnti che si ottengono, dovute evidentemente al manifestarsi di una inerzia già sensibile per quelle date frequenze.

D'altra parte è bene osservare ancora che la sensibilità di qualunque tipo di cellula dipende inoltre dalla natura del catodo e dal tipo di radiazione da cui viene colpita. Costruendo perciò delle cel-

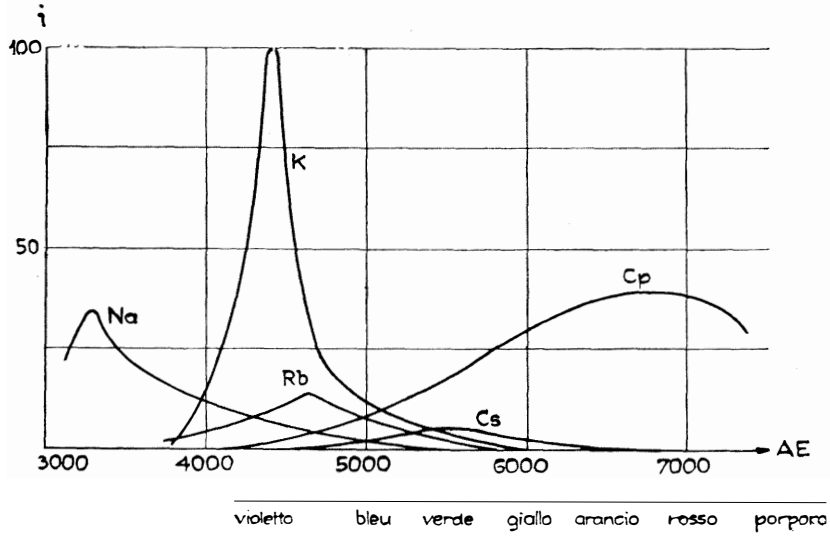



Fig. 15.
Come varia la sensibilità di una cellula a seconda della natura del catodo e della lunghezza d'onda della radiazione da cui viene colpita (selettività fotoelettrica).

lule con il catodo composto da certi metalli alcalini (potassio, cesio, calcio) è quindi possibile rendere sensibile una cellula ad una sola e determinata radiazione per la quale si ha la più efficace emissione elettronica.

La fig. 15 illustra come può variare la corrente fotoelettrica a seconda della natura del catodo e del tipo di radiazione da cui viene colpita. Dallo stesso diagramma si rileva inoltre che col variare della lunghezza d'onda della radiazione [1], per ciascun metallo vi corrisponde un massimo di corrente.

[1] Si misura in Angstroemg (simbolo $A\ E$); $1\ A\ E = 10^{-8}$ cm.

Ora, dato che in televisione la sorgente luminosa è generalmente una sorgente a luce composta, ne risulta che a seconda dei colori propri al soggetto che si trasmette, la fotocellula risulta eccitata da diverse radiazioni le quali danno luogo a correnti che non sono più proporzionali ai chiaroscuri del soggetto stesso. Infatti: usando una cellula al potassio (sensibile alla luce bianca) i denti ed il bianco degli occhi del soggetto appariscono nei ricevitori tanto più luminosi degli altri dettagli da dar l'impressione che la persona trasmessa sia di carnagione molto più scura. L'ideale quindi della cellula per televisione sarebbe un tipo di cellula che dia la stessa emissione per ciascuna frequenza compresa nella gamma delle radiazioni visibili.

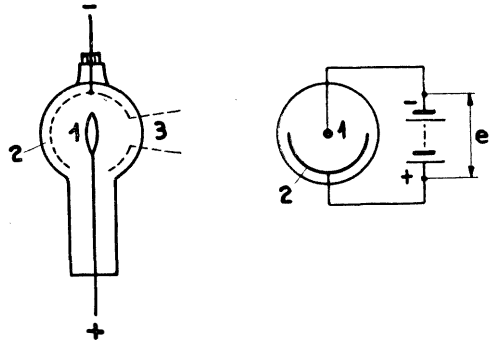



Fig. 16.

Cellula fotoelettrica.

1, Anodo; 2, Catodo; 3, Finestra; *e*, Tensione acceleratrice.

§ 14. Tensione accelerazione, tensione di saturazione, caratteristica di accelerazione, caratteristica di illuminazione. — Generalmente dunque, una cellula ad effetto elettronico consta di un bulbo di vetro (fig. 16) contenente un gas rarefatto oppure quasi privo di aria (praticando il vuoto spinto), nel quale trovano posto l'anodo (+) e il catodo (—). Per ragioni di sensibilità e di maggiore emissione, il catodo, che è per lo più un metallo alcalino, si trova distribuito sulla parete interna del bulbo (precedentemente argentata per impedire eventuali dispersioni luminose) ad eccezione di una finestra circolare attraverso la quale possa passare la luce che eccita la cellula stessa. L'anodo è posto invece al centro del bulbo in modo cioè da trovarsi nelle condizioni più favorevoli specialmente per quanto concerne la uniformità di emissione del flusso elettronico rispetto un qualunque punto del catodo.

Se quindi, ad una cellula fotoelettrica si fa pervenire un flusso luminoso che vari d'intensità da zero ad un massimo acconsentito per quel dato tipo di cellula, per quanto già detto, il catodo emet-

terà un flusso elettronico d'intensità variabile con lo stesso ritmo della variazione del suddetto flusso luminoso. Ciò premesso e qualora l'anodo non sia sottoposto ad un potenziale costante, gli elettroni dopo aver percorso una certa strada, senza però aver raggiunto l'anodo, ricadranno verso il catodo formando su questo, quando infine l'equilibrio è raggiunto, una specie di nebulosa elettronica (carica spaziale). Se però si comunica all'anodo un potenziale continuo inizialmente molto basso (fig. 17) parte degli elettroni verranno attratti dall'anodo, dando luogo ad una corrente fotoelettrica di valore $I_a$. Aumentando ancora il potenziale dell'anodo, con l'aiuto del potenziometro, a valori sempre più elevati, si osserveranno dei rispettivi aumenti di $I_a$, e così di seguito sino a che si avrà raggiunto un certo valore del potenziale per il quale la corrente $I_a$ resterà costante comunque aumenti detto potenziale. A questo limite dunque, tutti gli elettroni emessi dal catodo saranno attratti dall'anodo, generando la massima corrente fotoelettrica per quel dato tipo di cellula.

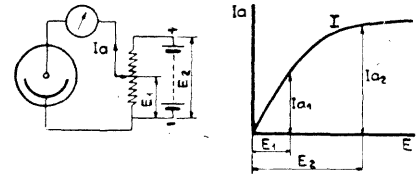



Fig. 17.
La caratteristica di « accelerazione » di una cellula fotoelettrica [$Ia = f(E)$].

Ora, il potenziale che provoca la corrente fotoelettrica vien chiamato « potenziale acceleratore » od anche « tensione acceleratrice » ed è espresso nel diagramma di fig. 17 col simbolo $E_1$; $E_2$ invece rappresenta la « tensione acceleratrice di saturazione » inquantochè per valori superiori di questa, come s'è visto, la corrente fotoelettrica rimane costante (corrente fotoelettrica di saturazione).

Con ciò dunque si potrà senz'altro dire che la corrente stessa è funzione della tensione acceleratrice e, quindi, rappresentando l'andamento di detta funzione su di un sistema di assi cartesiani, si otterrà appunto la così detta « caratteristica di accelerazione » [$I_a = f(E)$].

Supponendo invece che una data cellula resti costantemente sottoposta alla tensione acceleratrice di saturazione e che al posto di quest'ultima con l'aiuto dei reostato (fig. 18) vari invece il flusso luminoso, si osserverà che la rispettiva corrente fotoelettrica è an-

cora funzione del flusso luminoso. Rappresentando perciò l'andamento grafico di questa funzione mediante il solito sistema di assi si otterrà invece la « caratteristica di illuminazione » per quel dato tipo di cellula $[I_a = \varphi\ (L)]$.

Anche per questa caratteristica è bene ricordare che esiste un limite pure per il flusso luminoso, oltre il quale aumenta bensì la corrente fotoelettrica ma resta però compromessa la vita della cellula inquantochè si agirebbe similmente a quello che si fa per aumentare la potenza nelle comuni valvole elettroniche, spingendo eccessivamente l'accensione del filamento.

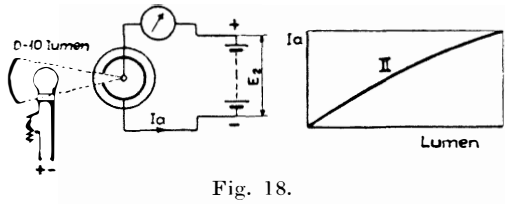



Fig. 18.

La caratteristica di « illuminazione » di una cellula fotoelettrica $[Ia = \varphi\ (L)]$.

§ 15. Tensione di lavoro e correnti parassitarie. — Considerando la caratteristica di accelerazione di un dato tipo di cellula e rappresentando con $E_2$ (fig. 19) la tensione acceleratrice con la quale dovrebbe normalmente funzionare la cellula (tensione acceleratrice di lavoro), l'esperienza ha dimostrato che quest'ultima deve essere un po' superiore alla tensione acceleratrice di saturazione.

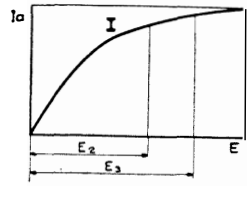



Fig. 19.

Infatti, supponendo di far lavorare la cellula ad una tensione di lavoro inferiore o superiore alla tensione di saturazione sorgono evidenti per ciascun caso le seguenti considerazioni.

Anzitutto occorre premettere che la cellula rimanga costantemente colpita da un'intensità luminosa normale e capace di far emettere al catodo il massimo numero di elettroni. Allora, applicando alla cellula una tensione di lavoro $E_2$ « minore » della tensione di saturazione $E_3$, evidentemente non tutti gli elettroni emessi dal catodo verranno attratti dall'anodo ma una certa parte ricadrà sul catodo stesso col risultato di creare nelle sue vicinanze, ad equilibrio

raggiunto, una debole nebulosa di elettroni i quali rimarranno perciò inattivi a scapito della corrente fotoelettrica $I_a$. Ciò premesso, si supponga ora che per un motivo qualunque la tensione di lavoro « aumenti » invece di un certo valore in modo da sorpassare il limite di saturazione. Questo aumento evidentemente non solo diraderà completamente la nebulosa elettronica prima esistente, la quale andrà a rinforzare la corrente fotoelettrica, ma provocherà sul catodo una tensione superficiale tale, che potrà assorbire un'ulteriore e maggiore emissione di elettroni dal catodo stesso in seguito ad un eventuale aumento dell'intensità del flusso luminoso che eccita la cellula.

Come si è detto però la luce non varia poichè oggi è possibile disporre di sorgenti luminose di intensità praticamente costante, ma può invece variare la tensione di lavoro della cellula e provocare appunto le suddette variazioni di corrente fotoelettrica.

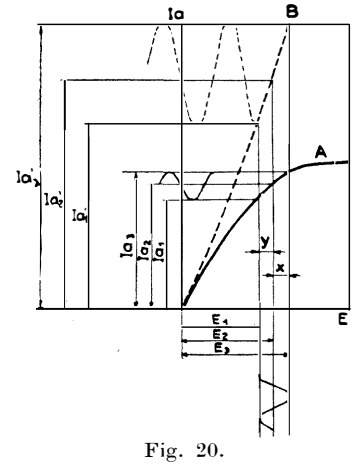



Fig. 20.
Come avviene l'amplificazione delle correnti parassitarie in una cellula tipo a gas (curva $B$).

Infatti supponendo che la tensione di lavoro sia ottenuta a mezzo di un ottimo raddrizzatore dalla rete a corrente alternata, è ovvio che le inevitabili variazioni di tensione della rete stessa si ripercuotino anche dal lato corrente continua del raddrizzatore e quindi sull'anodo stesso della cellula.

Ora se la variazione è rappresentata da un aumento di tensione di valore $x$ rispetto la tensione base $E_2$ (fig. 20), l'anodo attirerà un maggiore numero di elettroni diradando per così dire la nebulosa elettronica col risultato di ottenere una corrente $I_{a3}$ un po' maggiore di quella $I_{a2}$ che si ottiene con la tensione base $E_2$ scelta quale tensione di lavoro; se invece la variazione è rappresentata da una diminuzione di tensione di valore $y$ rispetto la tensione base, l'anodo attirerà un numero di elettroni minore rendendo più densa la nebulosa elettronica col risultato di ottenere una corrente $I_{a1}$ un po' minore di quella che si ottiene con la tensione base di lavoro $E_2$.

Così, pur senza variare l'intensità luminosa, coll'usare una tensione di lavoro non costante si producono nella cellula delle variazioni di $I_a$ (curva $A$) fedeli all'andamento perturbatorio. Sono appunto queste le « correnti parassitarie » le quali sono tanto più dannose quanto maggiore è la sensibilità della cellula. Infatti, in una cellula molto sensibile (cellula a gas) avendo la caratteristica di accelerazione un andamento molto più rapidamente ascendente (curva $B$) la perturbazione dà luogo a variazioni di corrente molto maggiori ($I'_{a1}$, $I'_{a2}$, $I'_{a3}$).

Per questi motivi dunque la tensione acceleratrice di lavoro deve essere maggiore della tensione acceleratrice di saturazione, di quel tanto che un'eventuale oscillazione della tensione di lavoro sia tollerata senza provocare le « correnti parassitarie ». Praticamente un aumento del 15% sulla tensione di saturazione, per la tensione di lavoro è già più che sufficiente.

§ 16. VALORE DELLA CORRENTE FOTOELETTRICA, SIGNIFICATO DELLE GRANDEZZE: SENSIBILITÀ, IMPEDENZA E COEFFICIENTE FOTOELETTRICO DI UNA CELLULA FOTOELETTRICA. — Ora, da quanto esposto, risulta evidente come, premessa una tensione di lavoro costante, la corrente fotoelettrica sia sola funzione della intensità luminosa che colpisce la cellula.

Secondo taluni questa funzione è una funzione lineare o per lo meno potrebbe essere tale per tubi di costruzione speciale e funzionanti in circostanze speciali. Comunque, anche per le comuni cellule fotoelettriche ed entro certi limiti di tensione di lavoro ed intensità di illuminazione, l'esperienza ha dimostrato che la funzione può essere considerata come lineare.

Più generalmente quindi la corrente fotoelettrica potrà senz'altro essere espressa dalla relazione:

$$I_a = \mathfrak{K} \cdot L^n \qquad (2)$$

dove $I_a$ = corrente fotoelettrica

$\mathfrak{K}$ = costante dipendente principalmente dal tipo di cellula usato (a vuoto o a gas)

$n$ = costante prossima o maggiore dell'unità e dipendente dalle dimensioni della finestra della cellula rispetto il diametro del bulbo.

$L$ = flusso luminoso che arriva sul catodo.

La massima corrente fotoelettrica che può fornire una cellula sotto l'azione dell'unità di flusso luminoso, caratterizza appunto la « sensibilità » della cellula stessa. Perciò, nel caso di una cellula che soddisfi la funzione rettilinea, la costante $\mathfrak{K}$ potrà per definizione esprimere senz'altro la sensibilità della cellula in esame.

Si fa notare però, che la conoscenza della sola « sensibilità » non è sufficiente per caratterizzare un dato tipo di cellula.

Infatti, oltrechè dalla sensibilità, una cellula è ancora caratterizzata

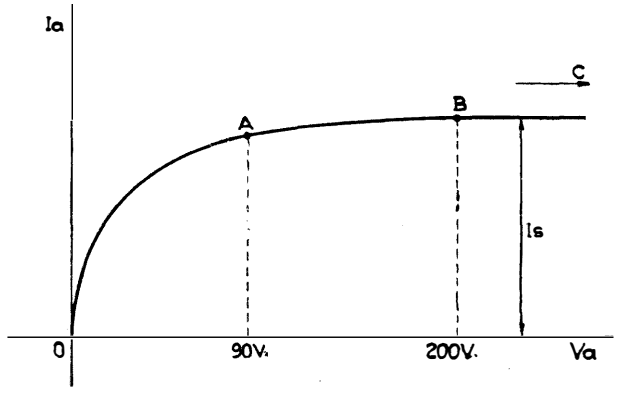



Fig. 21.

da altre due grandezze e cioè dalla « impedenza » e dal « coefficiente fotoelettrico ».

Per conoscere il significato di queste grandezze e per poter penetrare nelle relazioni che legano le stesse fra di loro e con le altre grandezze del circuito in cui la fotocellula lavora, occorre analizzare le equazioni che governano la già menzionata caratteristica d'illuminazione e caratteristica di accelerazione della fotocellula stessa.

Si è già visto dunque, come la corrente fotoelettrica, qualora $V_a$ rimanga costante, sia espressa dall'equazione

$$I_{a1} = \mathfrak{K} \cdot L^n \ldots\ldots\ldots \quad (2')$$

e che il rispettivo andamento grafico rappresenta ciò che si è chiamato « la caratteristica di illuminazione ».

Considerando invece « la caratteristica di accelerazione » ($L$ costante) la determinazione della rispettiva equazione diventa piuttosto complessa. La maniera più semplice però è quella di considerare la curva stessa come una curva composta da tre parti (fig. 21) e cioè la prima parte (● $A$) ha un andamento parabolico definito dalla relazione

$$I_{a2} = k \cdot V_a^{3/2} \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

la seconda ($A\ B$) ha andamento rettilineo del tipo

$$I_{a2} = k \cdot V_a + \text{cost} \ldots\ldots\ldots (4)$$

e la terza ($B\ C$) è una retta parallela all'asse delle ascisse

$$I_{a2} = \text{cost.} = I_s \ldots\ldots\ldots (5)$$

dove $I_s$ è la corrente di saturazione.

Ma per quanto si è accennato riguardo il funzionamento della cellula, il tratto ($A\ B$) della caratteristica è quello che praticamente si utilizza, poichè il tratto stesso è quasi parallelo all'asse delle ascisse e quindi il punto $A$ può essere praticamente considerato quale limite di saturazione. Passando a considerare perciò il solo tratto ($A\ B$) la rispettiva equazione posta sotto una forma generica diventa

$$I_{a2} = f\ (V_a) \ldots\ldots\ldots (4')$$

Ponendo anche la (2′) sotto la stessa forma si ha

$$I_{a1} = \varphi\ (L) \ldots\ldots\ldots (2')$$

Ora, premessa una simultanea variazione di $V_a$ e di $L$ è facile osservare dalle espressioni (2′) e (4′) che la corrente fotoelettrica di una cellula risulta sostanzialmente composta da due correnti e cioè una dovuta alla variazione del potenziale acceleratore $V_a$, l'altra alla variazione del flusso luminoso $L$. Sembrerebbe a prima vista che la corrente $I_{a2}$ non esista in quanto, il potenziale acceleratore dovendo rimanere costante per le ragioni già note, non può provocare ulteriori variazioni della corrente fotoelettrica. Ma non bisogna dimenticare però che variando $L$ la rispettiva corrente $I_{a1}$ così prodotta, provoca attraverso la resistenza esterna del circuito anodico, una determinata caduta di tensione la quale modifica invece il valore del potenziale $V_a$ dando perciò luogo alla corrente $I_{a2}$.

Riepilogando dunque, la corrente fotoelettrica prodotta in una cellula da una determinata variazione del flusso luminoso, oltrechè essere funzione del flusso stesso è ancora funzione del potenziale acceleratore sotto cui la cellula lavora.

Si potrà perciò generalmente scrivere

$$I_a = f\ (\mathfrak{C} \cdot L + V_a) \qquad (6)$$

dove con $I_a$ si è indicata la corrente fotoelettrica totale cioè $I_{a1} + I_{a2}$ e con $\mathfrak{C}$ si è indicato un numero che caratterizza come delle piccole variazioni di $L$ abbiano maggiore influenza che non delle grandi variazioni di $V_a$ per ottenere la stessa corrente anodica $I_a$. In generale, $\mathfrak{C}$ non è una grandezza costante, ma, come si vedrà in seguito, può essere considerata come

tale purchè praticamente si faccia lavorare la cellula entro gli intervalli rettilinei delle caratteristiche proprie alla cellula stessa.

L'espressione (6) fa rilevare inoltre che anche per $L = \bullet$ nella cellula circola ancora una debolissima corrente ($I_{a\bullet}$) che è allora funzione della sola $V_a$ ed è data in grandezza e segno dal segmento che la curva stessa taglia sull'asse delle ordinate (fig. 22).

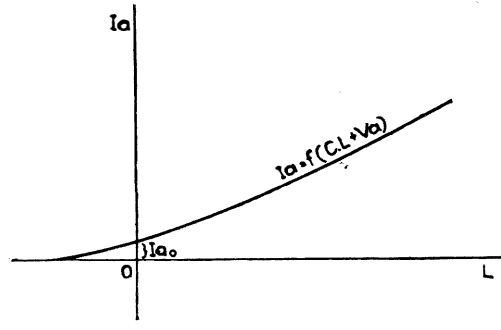



Fig. 22.

L'esperienza conferma l'esistenza di questa corrente poichè se si tracciano varie curve di $I_a$ in funzione di $L$ mantenendo per ognuna di esse $V_a$ costante, si ottiene una serie di curve (fig. 23) esattamente sovrapponibili una sull'altra mediante sem-

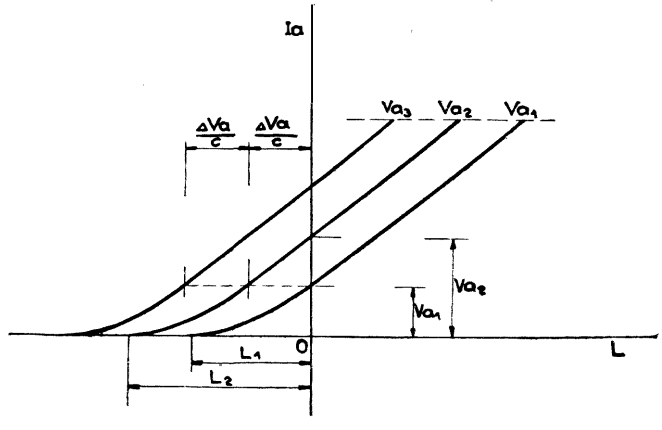



Fig. 23.

plici spostamenti, nella direzione dell'asse delle ascisse, dati in grandezza e segno da $\Delta V_a/\mathfrak{C}$ (1).

(1) Infatti (v. fig. 23).

per $I_{a1} = O$ e per $V_a = V_{a1}$ si ha: $O = \mathfrak{C} \cdot L_1 + V_{a1}$ e da questa: $L_1 = -\dfrac{V_{a1}}{\mathfrak{C}}$

per $I_{a2} = O$ e per $V_a = V_{a2}$ si ha: $O = \mathfrak{C} \cdot L_2 + V_{a2}$ e da questa: $L_2 = -\dfrac{V_{a2}}{\mathfrak{C}}$

quindi

$$L_1 - L_2 = \frac{V_{a1}}{\mathfrak{C}} - \frac{V_{a2}}{\mathfrak{C}} = \Delta L = \frac{\Delta V_a}{\mathfrak{C}} \ldots c.v.d$$

Per conseguenza anche la (6) resta in questo modo confermata dall'esperienza.

Supponendo poi di poter dare all'anodo un potenziale tale che possa provocare la stessa $I_a$ che provoca l'azione simultanea di $V_a$ ed $L \cdot \mathfrak{C}$ e chiamando con $V_r$ detto potenziale si avrà evidentemente

$$V_r = V_a + L \cdot \mathfrak{C}$$

e quindi

$$I_a = f\ (V_r) \tag{7}$$

Ecco dunque che con la (6) e la (7) si sono ottenute due espressioni eguali e dove figurano le sole variabili $I_a$, $L$ e $V_r$ poichè $V_a$ com'è già noto deve rimanere costante. Sarà facile perciò, indipendentemente, per ora, dal significato della funzione « $f$ », stabilire in che relazione sono fra di loro le variabili stesse.

Infatti differenziando la (6) per $V_a$ costante si ha

$$\frac{d\,I_a}{d\,L} = f' \cdot \mathfrak{C};$$

differenziando la (7) si ottiene

$$\frac{d\,I_a}{d\,V_r} = f'$$

e quindi per sostituzione

$$\frac{d\,I_a}{d\,L} = \mathfrak{C}\ \frac{d\,I_a}{d\,V_r} \tag{8}$$

Considerando ancora

$$\frac{d\,I_a}{d\,L} \text{ e } \frac{d\,I_a}{d\,V_r}$$

costanti entro determinato intervallo e ponendo perciò

$$\frac{d\,I_a}{d\,L} = \mathfrak{K} \text{ e } \frac{d\,I_a}{d\,V_r} = \mathfrak{A}$$

la (8) semplificata diventa

$$\mathfrak{K} = \mathfrak{C} \cdot \mathfrak{A} \tag{8'}$$

Quest'ultime dunque esprimono la relazione esistente fra le grandezze

variabili di una cellula. Dando perciò a $\mathfrak{K}$, $\mathfrak{A}$ e $\mathfrak{C}$ dei valori ben definiti e considerandoli costanti entro determinati intervalli di funzionamento (caratteristiche lineari) sarà possibile far sussistere la relazione (8′) per tutto l'intervallo pratico di funzionamento della cellula in modo che qualora sieno note due delle suddette costanti, sarà sempre possibile determinare anche il valore della terza.

Riesaminando quindi le caratteristiche di una cellula fotoelettrica è facile osservare come le grandezze $\mathfrak{K}$, $\mathfrak{C}$ ed $\mathfrak{A}$ possano, entro determinati limiti di funzionamento della cellula, essere considerati come costanti.

Considerando anzitutto la caratteristica di equazione $I_a = f\,(\mathfrak{C} \cdot L + V_a)$ lungo il suo tratto rettilineo (fig. 24), la caratteristica stessa risulta quindi rappresentata da una linea retta inclinata di un certo angolo $\alpha$ sull'asse delle ascisse. Per conseguenza il rapporto $d\,I_a/d\,L$, che nel caso di una retta esprime la tg. trigonometrica del suddetto angolo $\alpha$ ed essendo detto rapporto costante nell'intervallo $(A\,B)$, diventa

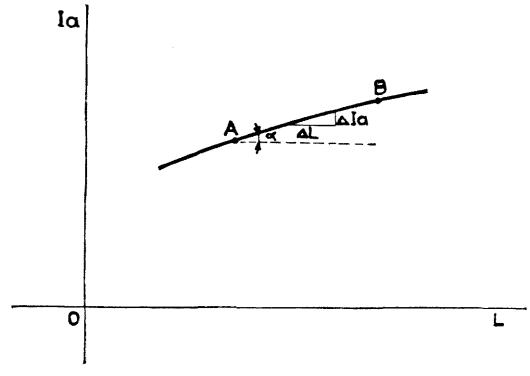



Fig. 24.

$$\text{nell'intervallo } (A\,B) \quad \frac{d\,I_a}{d\,L} = \frac{\Delta\,I_a}{\Delta\,L} = \mathfrak{K} \text{ (costante)}$$

Cioè la $\mathfrak{K}$ può essere considerata come costante ed è espressa dal rapporto fra la variazione di corrente fotoelettrica e la corrispondente variazione di flusso luminoso. Per la variazione dell'unità di flusso luminoso, $\mathfrak{K}$ esprime quindi il valore della rispettiva corrente fotoelettrica e si potrà perciò definire, in conformità di quanto si è detto pure nel paragrafo 16, come la « sensibilità » della fotocellula.

Per conseguenza $\mathfrak{K}$ si potrà esprimere in ampere/lumen ed il suo valore dipenderà evidentemente dal tipo di fotocellula usato, cioè se del tipo a vuoto spinto oppure del tipo a gas [1].

---

[1] Sembrerebbe che per le cellule a gas la sensibilità possa essere notevolmente aumentata aumentando il numero delle molecole del gas e quindi la rispettiva ionizzazione poichè come s'è già visto, una maggiore ionizzazione significa una maggiore corrente fotoelettrica. Ci sono però dei limiti pratici a questo riguardo e la fig. 25 rappresenta appunto il diverso andamento della sensibilità per le diverse pressioni del gas. A circa 0,075 mm. si ha infatti la massima sensibilità, ma non è consigliabile far lavorare la cellula ad una tale pressione, inquan-

Considerando invece la caratteristica di equazione $I_a = f\ (V_r)$ (fig. 26), la pendenza della caratteristica stessa, cioè il rapporto $\frac{d\,I_a}{d\,V_r}$, può essere considerata costante nell'intervallo $(A\ B)$ e quindi, come per la caratteristica di equazione $I_a = f\ (L \cdot \mathfrak{C} + V_a)$ si potrà scrivere

$$\text{nell'intervallo } (A\ B)\ \frac{d\,I_a}{dV_r} = \frac{\Delta\,I_a}{\Delta\,V_r} = \mathfrak{A}\ (\text{costante})$$

Cioè anche la $\mathfrak{A}$ può essere considerata come costante ed è espressa dal rapporto fra la variazione di corrente fotoelettrica e la corrispondente variazione del potenziale risultante. La $\mathfrak{A}$ quindi esprime una « conduttanza » ed è costante solo nel tratto $(A\ B)$ della caratteristica. Praticamente però si considera il valore reciproco di $A$ cioè la «impedenza» della cellula esprimibile perciò in Ohm.

Chiamando con $\mathfrak{J}$ detta impedenza si avrà allora.

$$\mathfrak{J} = \frac{1}{\mathfrak{A}} = \frac{\Delta\,V_r}{\Delta\,I_a}\ (\text{Ohm})$$

---

tochè la relativa pendenza più ripida della curva renderebbe instabile il funzionamento della cellula stessa.

D'altra parte non è neanche consigliabile una eccessiva pressione del gas

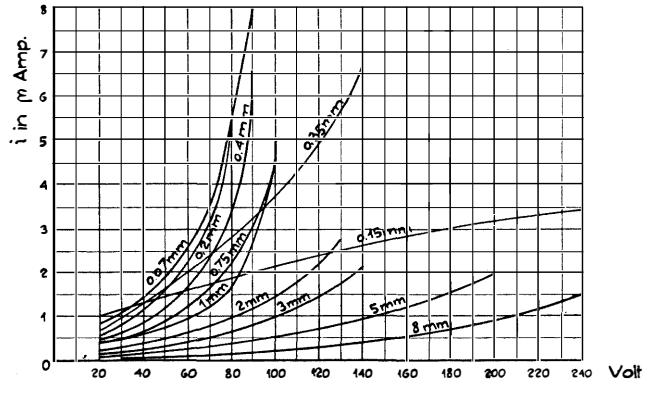



Fig. 25.

Caratteristiche di accelerazione di una cellula per le varie pressioni interne del gas (argon).

per non provocare già a basse tensioni acceleratrici, la luminescenza della cellula e quindi l'arresto del suo funzionamento.

Infine dalla (8′) risolvendo per $\mathfrak{C}$ si ottiene

$$\mathfrak{C} = \frac{\mathfrak{K}}{\mathfrak{A}} = \frac{\Delta V_r}{\Delta L}$$

Cioè anche la grandezza $\mathfrak{C}$, entro i limiti pratici di applicazione della cellula, può essere considerata come costante ed è espressa dal rapporto fra la variazione del potenziale risultante e la corrispondente variazione del flusso luminoso. $\mathfrak{C}$ quindi esprime per la cellula ciò che il coefficiente

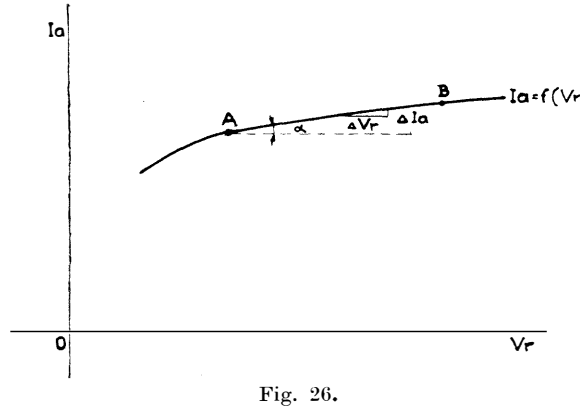



Fig. 26.

di amplificazione esprime per il triodo e potrebbe per conseguenza essere chiamata il « coefficiente fotoelettrico » di quel dato tipo di cellula inquantochè rivelerebbe quale può essere il valore massimo del potenziale $V_r$ (che è quello che si utilizza nell'amplificatore che segue alla cellula) per una determinata variazione del flusso luminoso.

§ 17. — Il circuito fotoelettrico. — Prende questo nome un circuito elettrico dove lavora una cellula fotoelettrica.

Conoscere le leggi che legano le costanti della cellula con le altre grandezze del circuito è indispensabile al costruttore per poter poi stabilire tutte le condizioni alle quali dovrà soddisfare l'amplificatore che segue la cellula.

Ora che sono noti i significati delle suddette costanti, risulta facile esaminare in che relazione stanno queste costanti con le altre grandezze del circuito in cui la cellula è inserita.

Allo scopo la fig. 27 illustra lo schema di una applicazione pratica della cellula ed il rispettivo diagramma di funzionamento. Alle grandezze $I_a$, $V_r$ ed $L$, sin qui considerate variabili solamente

quando lo richiedeva l'esposizione dei vari principii, si sono sostituite le grandezze $\mathcal{I}_a$, $\mathcal{V}_r$ ed $\mathcal{L}$ di analogo significato ma che possono essere invece comunque variabili (grandezze dinamiche) e fra le quali esistono evidentemente le stesse relazioni come per le grandezze $I_a$, $V_r$ ed $L$.

Per conseguenza le costanti della cellula diventano

$$\mathfrak{E} = \frac{\Delta\, \mathcal{V}_r}{\Delta\, \mathcal{L}}; \quad \mathfrak{K} = \frac{\Delta\, \mathcal{I}_a}{\Delta\, \mathcal{L}}; \quad \mathfrak{Z} = \frac{\Delta\, \mathcal{V}_r}{\Delta\, \mathcal{I}_a}$$

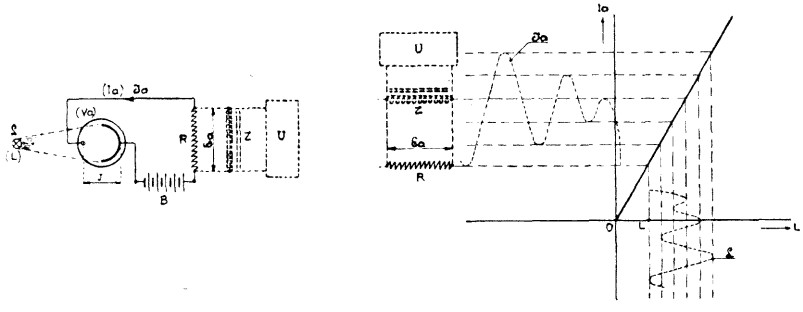



Fig. 27.
Circuito fotoelettrico.
$L$, sorgente luminosa a flusso variabile; $C_f$, cellula; $R$, resistenza utilizzatrice ($Z$, impedenza utilizzatrice); $B$, batteria anodica; $U$, utilizzatore.

Dalle (6) (7) ed (8′) si ricava pertanto

$$\mathcal{I}_a = \mathfrak{K}\left(\mathcal{L} + \frac{\mathcal{E}_a}{\mathfrak{E}}\right) \tag{9}$$

Essendo poi $\mathcal{E}_a = -\mathcal{I}_a \cdot R$ quest'ultima diventa

$$\mathcal{I}_a = \mathfrak{K}\left(\mathcal{L} - \frac{\mathcal{I}_a \cdot R}{\mathfrak{E}}\right)$$

che può essere facilmente trasformata, tenendo conto della relazione (8′), nella

$$\mathcal{I}_a = \frac{\mathfrak{E} \cdot \mathcal{L}}{\mathfrak{Z}+R} \tag{10}$$

Moltiplicando ancora per $R$ si ottiene infine

$$R \cdot \mathcal{I}_a = \mathfrak{E} \cdot \mathcal{L}\, \frac{R}{\mathfrak{Z}+R}$$

e cioè

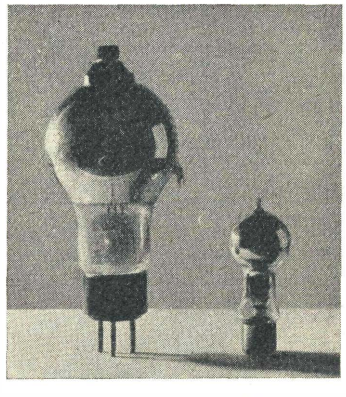
$$\boxed{\mathcal{E}_a = \mathfrak{C} \cdot \mathcal{G} \frac{R}{\mathfrak{I}+R}} \tag{11}$$

Nella fig. 27 si è considerato anche un'eventuale accoppiamento per impedenza (linea tratteggiata). Chiamando con $Z$ questa impedenza la (11) diventa

$$\boxed{\mathcal{E}_a = \mathfrak{C} \cdot \mathcal{G} \frac{Z}{\mathfrak{I}+Z}} \tag{11'}$$

È da notare però che nel caso specifico della televisione, l'uso di una impedenza è da scartarsi inquantochè il valore $\mathcal{E}_a$ aumenterebbe coll'aumentare della frequenza e quindi non tutte le frequenze proprie alle variazioni luminose verrebbero uniformemente amplificate. Questo invece non accade con l'accoppiamento a mezzo resistenza ohmica poichè si produce ai suoi estremi una $\mathcal{E}_a$ di ampiezza indipendente dalla frequenza di variazione del flusso luminoso $\mathfrak{L}$. Perciò l'uso di resistenze ohmiche quale accoppiamento fra la fotocellula ed il primo triodo ed anche fra triodo e triodo dell'amplificatore che segue, è sempre da preferirsi qualora si desideri una soddisfacente riproduzione dell'immagine.

§ 18. Esaurimento. — Conclusioni. — Anche le cellule ad effetto elettronico presentano con l'uso continuato il fenomeno dell'esaurimento il quale però è molto meno accentuato che non delle comuni valvole termoioniche. È facile però rimediare ad un simile inconveniente ricorrendo alla costruzione di cellule che possano permettere il piazzamento di un catodo di dimensioni un po' maggiori e quindi di più lunga durata.



Cellule fotoelettriche Rectron.

Riassumendo dunque, una buona cellula non dovrà essere di dimensioni troppo limitate, mentre un attento esame delle caratteristiche di accelerazione e di illuminazione dovrà

soddisfare alle esigenze di una stabilità perfetta in modo che stabilita la tensione di lavoro, la corrente fotoelettrica sia sola funzione del flusso luminoso e che per una minima variazione di questo corrisponda già una sensibile variazione di corrente.

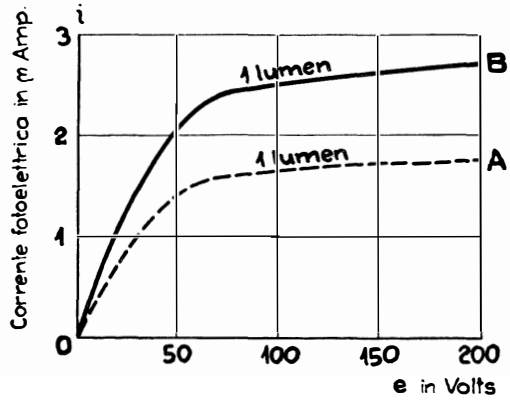



Fig. 28 *a*.
Caratteristiche di accelerazione di cellule tipo a vuoto spinto (catodo di potassio; superfice catodica = ~ 80 cm²).

Le figg. 28 *a* e 28 *b* illustrano appunto le caratteristiche di due tipi di cellule fotoelettriche ambedue a vuoto spinto, ma provenienti da diverse case costruttrici. Dall'esame delle caratteristiche stesse risulta che la cellula, le curve della quale sono segnate nel diagramma in linea continua, è indubbiamente la migliore.

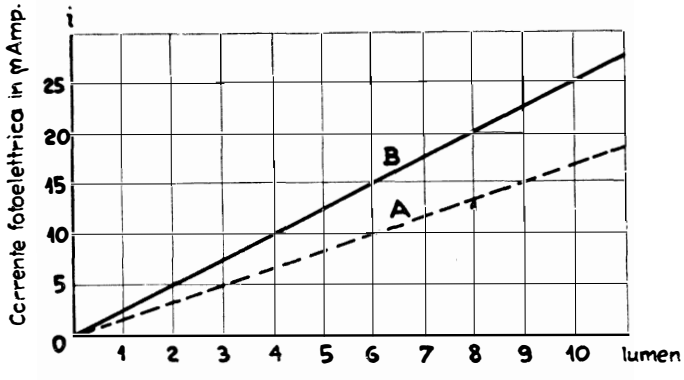



Fig. 28 *b*.
Caratteristiche di illuminazione di cellule tipo a vuoto spinto (catodo di potassio; superfice catodica = ~ 80 cm²).

Infatti, pur mantenendo immutata la tensione di lavoro (p. es., a 70 V) per variazioni di flusso luminoso pari a 1 lumen, la curva *B* dà una variazione di corrente fotoelettrica di circa 2,5 $\mu$ *A*, mentre nella curva *A* per la stessa variazione luminosa la corrente foto-

elettrica corrispondente è di appena 1,7 $\mu$ $A$. In altre parole quindi la cellula $A$ è meno sensibile della cellula $B$.

Qualora poi il fabbricante unisca alle succitate caratteristiche anche le costanti della cellula, quest'ultima sarà tanto migliore quanto maggiori saranno la sensibilità ($\mathfrak{R}$) ed il coefficiente fotoelettrico ($\mathfrak{C}$) di fronte ad un minimo valore della rispettiva impedenza ($\mathfrak{Z}$) non disgiunti da una stabilità perfetta e garanzia di lunga durata.

Questi dati del resto, sono indispensabili per poter calcolare, con l'ausilio delle (11) e (11'), la massima variazione di potenziale ($\mathfrak{E}_a$) che può fornire la cellula poichè, dalla variazione massima dipenderà poi il valore del coefficiente totale di amplificazione a cui dovrà soddisfare il preamplificatore per portare a valori utilizzabili le correnti fotoelettriche.

§ 19. Amplificazione delle correnti fotoelettriche. — Lo schema di fig. 29 illustra la maniera di collegare la cellula alla

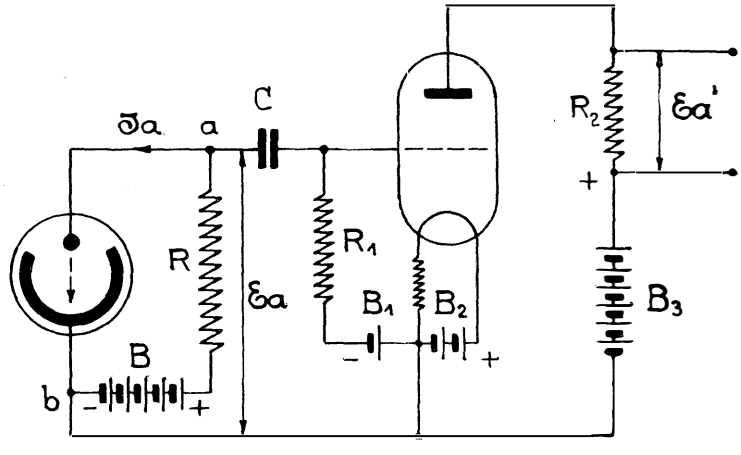



Fig. 29.
Circuito fotoelettrico con un primo stadio amplificatore.

$R$, resistenza utilizzatrice della cellula ($R$ = 0,01 ÷ 0,5 megaohm); $C$, condensatore di blocco ($C$ = 0,1 ÷ 0,5 $\mu F$); $R_1$, resistenza di fuga ($R_1$ = 0,1 ÷ 1 megaohm); $R_2$, resistenza utilizzatrice del triodo ($R_2$ = 0,01 ÷ 0,5 megaohm, a seconda della resistenza interna del triodo); $B$, $B_1$, $B_2$, e $B_3$, rispettive batterie anodiche di accensione e di polarizzazione di griglia.

prima valvola amplificatrice. Nello stesso l'accoppiamento fra cellula e valvola amplificatrice avviene per resistenza-capacità. La batteria $B$ fornendo infatti la tensione di lavoro per la cellula, ogni

qualvolta il flusso luminoso, sotto il quale essa è sottoposta, varia, si stabilisce una corrente fotoelettrica ($\mathcal{J}_a$) la quale percorrendo il circuito esterno formato dalla batteria $B$ e dalla resistenza $R$ provoca una caduta di tensione altrettanto variabile ($\mathcal{E}_a$) agli estremi $a$ e $b$ del circuito stesso. Questa variazione venendo poi applicata fra griglia e filamento di una valvola amplificatrice provocherà nel circuito di placca una variazione di corrente che sarà all'incirca tante volte più intensa della corrente fotoelettrica quante volte esprime il coefficiente di amplificazione della valvola. La corrente così amplificata potrà poi, a mezzo di una resistenza o di un trasformatore, venire nuovamente trasformata in variazioni di potenziale da applicarsi fra griglia e filamento di una seconda valvola, e così via di seguito sino ad ottenere nel circuito di placca dell'ultima valvola una corrente praticamente utilizzabile.

Però, nella costruzione di un simile amplificatore e date le debolissime correnti che può fornire una cellula in seguito alle deboli variazioni di luminosità provenienti dal soggetto che si trasmette, ciò che richiede un coefficiente totale di amplificazione molto alto (circa $3.10^2$, cioè circa 4 o 5 stadi a seconda del tipo di accoppiamento intervalvolare), è importante tenere presente che la cellula deve avere una propria batteria anodica mentre le valvole che seguono, possono funzionare con la stessa batteria che alimenta la prima amplificatrice. Inoltre ciascun stadio deve essere rigorosamente schermato, eseguendo i collegamenti più corti possibile e bloccando le valvole meccanicamente con pesi o tiranti per impedire eventuali oscillazioni.

Per lo stesso motivo, almeno per i primi tre o quattro stadi dell'amplificatore (preamplificatore), occorrerà avere precauzioni speciali isolandoli fonicamente e meccanicamente dalle vibrazioni sonore e meccaniche dell'ambiente.

Una seconda maniera di collegare la fotocellula al primo triodo del preamplificatore è illustrata nello schema di fig. 30. In quest'ultimo schema il condensatore di blocco $C$, il quale nello schema di fig. 29 serve evidentemente per evitare di portare la griglia ad un potenziale statico troppo elevato rispetto il filamento, non ha più ragione di esistere, e ciò a tutto vantaggio del passaggio delle basse frequenze, che l'inserzione di un condensatore può sensibilmente ostacolare.

Si crede utile a questo punto di rammentare al lettore le prin-

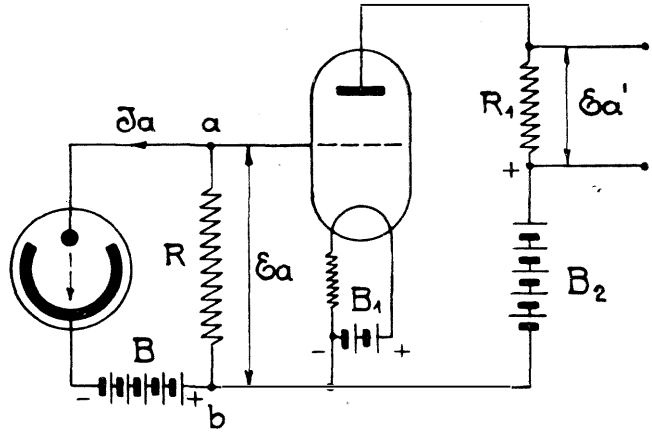



Fig. 30.
Circuito fotoelettrico con un primo stadio amplificatore.

$R$, resistenza utilizzatrice della cellula e di fuga ($R = 0{,}01 \div 0{,}5$ megahom); $R_1$, resistenza utilizzatrice del triodo ($R_1 = 0{,}01 \div 0{,}5$ megaohm, a seconda della resistenza interna del triodo); $B$, $B_2$ e $B_2$, rispettive batterie anodiche e di accensione.

cipali relazioni esistenti fra le costanti del triodo e le grandezze relative al circuito in cui il triodo è inserito (fig. 31) [1].

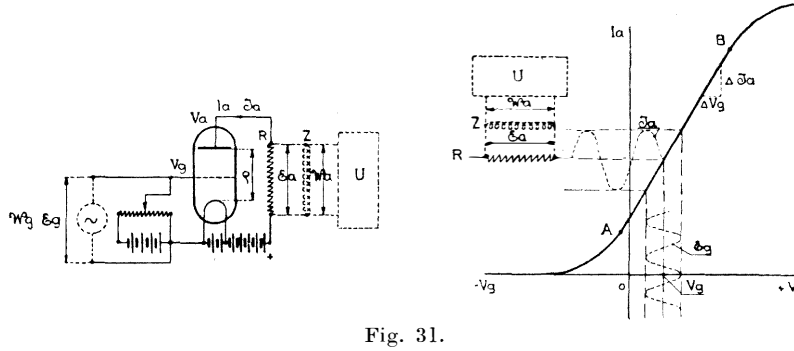



Fig. 31.
Circuiti elettrici di uno stadio amplificatore a triodo.

Chiamando quindi con $\mathcal{E}_g$ la tensione variabile applicata al triodo, con $\mathcal{J}_a$ la corrispondente corrente anodica variabile e con $\mathcal{E}_a$ la

[1] Per maggiori dettagli sui triodi vedi: Ing. E. Montù, *Come funziona e come si costituisce una stazione radio-trasmittente o ricevente* (VIII Edizione) Ed. Hoepli, Milano.

rispettiva tensione variabile che si ottiene si hanno pertanto le note relazioni

$$\mu = \frac{\Delta \mathcal{E}_r}{\Delta \mathcal{E}_g} \ldots . (12); \qquad p = \frac{\Delta \mathcal{J}_a}{\Delta \mathcal{E}_g} \ldots . (13);$$

$$\varrho = \frac{\Delta \mathcal{E}_r}{\Delta \mathcal{J}_a} \ldots . (15); \qquad \mathcal{J}_a = p\left(\mathcal{E}_g + \frac{\mathcal{E}_a}{\mu}\right) \ldots . (16)$$

dove $\mu$, $p$ e $\varrho$ sono le costanti del triodo e cioè rispettivamente il « coefficiente di amplificazione », la « pendenza » e la « impedenza ».

Se $R$ è la resistenza del circuito anodico si ha

$$\mathcal{E}_a = - R \cdot \mathcal{J}_a \tag{17}$$

Considerando quest'ultima la (16) può anche assumere la prua

$$\mathcal{J}_a = \mu \frac{\mathcal{E}_g}{\varrho + R} \tag{18}$$

ed infine moltiplicando per $R$

$$\mathcal{E}_a = \mu \cdot \mathcal{E}_g \frac{R}{\varrho + R} \tag{19}$$

Qualora l'accoppiamento anzichè per resistenza venga fatto per impedenza e chiamando quest'ultima con $Z$ si ha

$$\mathcal{E}_a = \mu \cdot \mathcal{E}_g \frac{Z}{\varrho + Z} \tag{19'}$$

È importante inoltre far rilevare che l'uso della corr. cont. per l'accensione delle valvole del preamplificatore, sieno esse del tipo a filamento diretto od indiretto, è indispensabile. Le valvole che seguono invece (amplificatore di potenza) possono essere alimentate con corrente alternata senza inconvenienti come si fa in un qualunque amplificatore di potenza per uso radiofonico ad uno o più stadi.

Anche le sorgenti elettriche che alimentano i circuiti anodici sia della fotocellula che del preamplificatore devono essere delle sorgenti a corr. continua (pile a secco o batteria di accumulatori).

Per quanto concerne poi gli ulteriori dettagli costruttivi, si rimanda il lettore al capitolo « Preamplificatori e amplificatori di potenza », (§ 51).

III.

# RELAIS LUMINOSI

GENERALITÀ. — Sotto questo nome appartengono tutti quei dispositivi atti a trasformare, con inerzia praticamente trascurabile, le variazioni elettriche in variazioni luminose.

Allo scopo, nei primordi della televisione, furono studiati vari e molteplici relais luminosi i quali però contenevano quasi tutti delle parti meccaniche vibranti per effetto della corrente che si voleva trasformare ed erano perciò caratterizzati da una rilevante inerzia.

Per questo motivo i relais luminosi, per così dire, meccanici, vennero man mano abbandonati e sostituiti da quei relais luminosi senza parti meccaniche in movimento e quasi privi d'inerzia, che le continue conquiste della scienza si assicuravano a tutto vantaggio del progresso. Fra queste conquiste, la più importante, quella a cui si devono le più moderne applicazioni tecniche e che in generale è sempre presente nei vari fenomeni della natura, la scoperta cioè del « fenomeno elettronico », diede anche ai relais luminosi la sicura via da seguire per tendere alla loro radicale perfezione.

All'applicazione del fenomeno elettronico appartengono certamente il vecchio « relais luminoso di Nipkow » e il « relais luminoso di Kerr » (1), mentre la « lampada a luminescenza » rappresenta l'applicazione diretta del fenomeno manifestantesi in alcuni gas rarefatti.

Prima però di passare alla descrizione e all'analisi di funzionamento di questi tipi di relais luminosi, sarà bene rammentare il

---

(1) Se col nome di cellula si denomina generalmente un dispositivo atto a trasformare le variazioni luminose in elettriche, la cosidetta cellula di KERR appartiene alla classe dei relais luminosi e non a quella delle cellule.

funzionamento del relais luminoso ad oscillografo, molto usato ancora oggi sia nel film sonoro che in televisione.

§ 20. Relais luminoso a oscillografo (D. v. Mihaly's). — Questo relais trae il suo funzionamento dall'oscillografo. Infatti, com'è noto, se in una spira che possa ruotare intorno all'asse $x$ (fig. 32) e che si trovi in un campo magnetico creato da un magnete permanente $M$, in modo che il piano della spira stessa sia parallelo alla direzione del campo, si fa circolare una corrente continua $i$, il campo magnetico prodotto da quest'ultima reagisce col campo del magnete con l'effetto di ruotare il piano della spira di un certo angolo $\alpha$ per il quale i due campi si equilibrano.

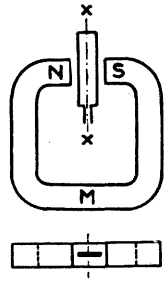



Fig. 32.

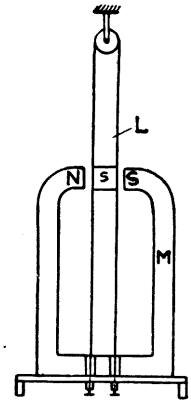



Fig. 33.

Ora, se la corrente $i$ invece di essere continua è comunque variabile, il piano della spira assumerà diversi angoli proporzionali alle singole variazioni purchè dette variazioni succedano con frequenza compatibile all'inerzia dell'equipaggio mobile.

Per diminuire appunto detta inerzia allo scopo di permettere l'applicazione all'oscillografo di frequenze più elevate, Blondel applicò uno specchietto leggerissimo $s$ (fig. 33) a due conduttori $L$ tesi fra le due espansioni di un campo magnetico $N$ $S$ formato dal magnete permanente $M$. Un raggio di luce che colpisca lo specchietto sotto un certo angolo incidente ed il di cui riflesso vada a proiettarsi su di uno schermo posto più lontano renderà visibile anche le debolissime vibrazioni dello specchietto.

È questo il classico oscillografo dal quale con perfezionamenti

meccanici, tendenti a diminuire il peso dell'equipaggio mobile, sono poi derivati tutti quei tipi più o meno dissimili, ma funzionanti pur sempre sullo stesso principio elettrodinamico.

Nel relais luminoso a oscillografo, dunque, si utilizza la vibrazione del raggio luminoso riflesso dallo specchietto, dando alla sezione del raggio stesso delle forme speciali.

Infatti se si considerano due maschere $A$ e $B$ (fig. 34) l'una avente un foro triangolare, l'altra un foro rettangolare, sovrapponendole e muovendo una delle due da sinistra a destra o viceversa, si ottiene un foro risultante a sezione variabile la quale da zero nella posizione iniziale $a$ andrà ad un massimo nella posizione finale $b$.

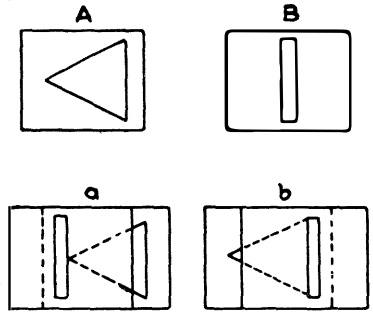



Fig. 34.
Maschere per la modulazione di un raggio luminoso (relais luminoso di D. v. Mihaly's).

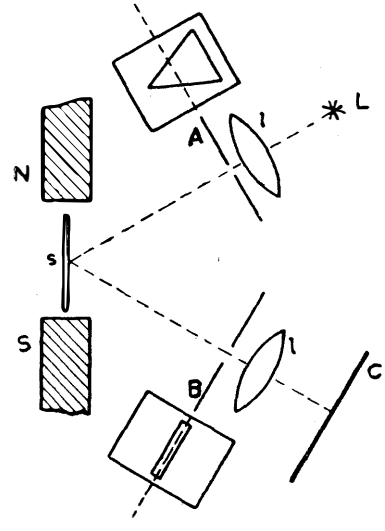



Fig. 35.
Relais luminoso di D. v. Mihaly's.

Ora, se col mezzo della maschera $A$ si dà al raggio luminoso proveniente dalla sorgente $L$ (fig. 35) una sezione triangolare in modo che sotto questa forma colpisca lo specchietto $s$ dell'oscillografo, lo specchio lo rifletterà sulla maschera $B$ e attraverso alla lente darà sullo schermo $C$ un punto luminoso, l'area del quale, e quindi la rispettiva luminosità, dipende dalla posizione in cui il raggio riflesso colpisce la maschera $B$. Ne consegue che oscillando lo specchio dell'oscillografo sotto l'azione della corrente variabile e spostando il raggio riflesso a destra o a sinistra del foro della maschera $B$, lascierà passare più o meno luce realizzando perciò sullo schermo una im-

magine a luminosità variabile. Si saranno così trasformate le variazioni elettriche in variazioni luminose.

§ 21. Relais luminoso di Nipkow. — Questo relais-luminoso ideato dal Nipkow, ma da questi non utilizzato inquantochè in quel tempo la mancanza di amplificatori adatti, non ne permisero l'applicazione, è basato sul fenomeno di Faraday concernente l'effetto ritardatario del raggio straordinario sul raggio ordinario ambedue componenti una luce parzialmente polarizzata influenzata da un campo magnetico.

Per comprendere bene il funzionamento di questo relais, dal quale poi è derivato quello di Kerr, occorre almeno ricordare al lettore il fenomeno della doppia rifrazione della luce nelle sostanze birifrangenti in generale.

È noto infatti come la luce proveniente da una sorgente luminosa — supposta puntiforme — sia nient'altro che delle vibrazioni dell'etere le quali si propagano sfericamente allontanandosi dalla sorgente stessa. Considerando perciò una qualunque delle infinite direzioni — raggio di propagazione — partenti dal centro della sorgente luminosa, la vibrazione dell'etere avviene normalmente a detto raggio secondo una determinata traiettoria di propagazione, similmente a quello che avviene in una corda tesa (il raggio) quando ad una estremità le si imprime con una mano un movimento vibratorio.

Ora se il movimento vibratorio avviene in tutte le possibili direzioni trasversali normali al raggio, si ha un raggio di luce naturale; se il movimento vibratorio avviene lungo un determinato piano (la corda tesa viene fatta vibrare muovendo la mano linearmente) si ha un raggio di luce polarizzato rettilinearmente (fig. 36*a*); se invece il movimento avviene lungo un cerchio od una ellisse (la mano eseguisce un cerchio o rispettivamente una ellisse) allora si ha un raggio di luce polarizzato circolarmente (fig. 36*b*) o elitticamente (fig. 36*c*).

Per ottenere praticamente la luce comunque polarizzata si ricorre al fenomeno della doppia rifrazione della luce che si verifica nei mezzi birifrangenti (anisotropi).

Uno di questi mezzi naturali è rappresentato dallo spato d'Islanda.

Infatti un raggio incidente $L$ (fig. 37) — supposto di luce monocromatica — che colpisca la faccia di un romboide di spato nel punto $I$, si birifrange in due raggi $S$ ed $O$ i quali vengono così ad acquistare proprietà propagatorie differenti fra di loro e dalla luce incidente stessa. E più precisamente il raggio $O$ il quale segue sempre

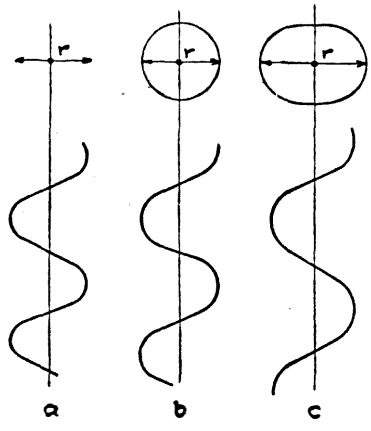


Fig. 36.

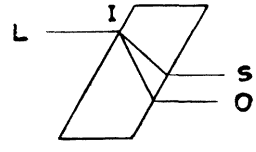


Fig. 37.
Prisma polarizzatore.
(birifrangente)

la legge della rifrazione è chiamato raggio « ordinario », mentre il raggio $S$ il quale non segue detta legge è invece chiamato raggio « straordinario ».

Si attribuisce perciò al raggio ordinario $O$ un movimento vibratorio circolare, inquantochè considerata una qualunque sezione sul raggio (superficie d'onda, fig. 38) la vibrazione è ad esso normale e

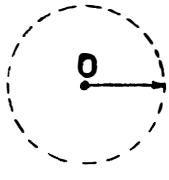


Fig. 38.

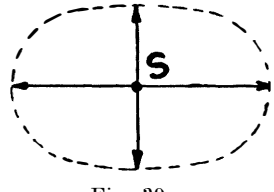


Fig. 39.

costante qualunque sia l'istante di propagazione in cui si considera la superficie d'onda e per conseguenza la rispettiva velocità di propagazione risulta anche costante.

Considerando invece una sezione del raggio straordinario $S$ (fig. 39) la vibrazione pur essendo sempre normale ad esso raggio, non ha però istante per istante la stessa velocità di propagazione. Ed infatti lungo l'asse minore dell'ellisse la velocità della vibrazione

è maggiore che non lungo l'asse maggiore e si attribuisce perciò al raggio straordinario un movimento vibratorio elittico.

Per conseguenza quindi la luce che sorte dal romboide risulta composta da due vibrazioni una elittica e l'altra circolare le quali dànno a detta luce il carattere di luce parzialmente polarizzata.

Questa proprietà dello spato è facilmente spiegabile qualora si pensi che la formazione cristallina nello spato è simmetrica secondo « l'asse del cristallo ». L'etere per conseguenza risulta uniformemente distribuito in una qualunque sezione dello spato purchè questa sia normale a detto asse cristallografico.

Ma, detta distribuzione nell'etere pur essendo uniforme per una data sezione, varia però fra sezione e sezione; un raggio luminoso perciò, che passi per l'asse cristallografico, vibrerà in un mezzo

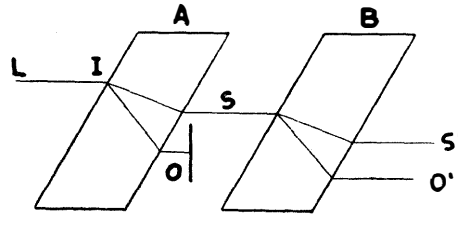



Fig. 40.
Prisma polarizzatore ($A$) e prisma analizzatore ($B$).

elastico istante per istante in modo uniforme e non si birifrangerà, anche perchè la velocità di propagazione non varia. Ma se detto raggio attraversa invece il cristallo in una direzione diversa dall'asse cristallografico ed essendo la vibrazione normale al raggio e non trovando per conseguenza lungo quella sezione una distribuzione uniforme dell'etere, la vibrazione non potrà manifestarsi che in due sensi e cioè sia normalmente che parallelamente all'asse cristallografico, dando perciò luogo alla nota birifrangenza del raggio incidente.

Ora se al primo romboide se ne fa seguire un secondo (fig. 40) disposto con il suo asse cristallografico comunque parallelo all'asse cristallografico del primo, e si intercetta con uno schermo, p. es., il raggio ordinario, si osserverà che il raggio straordinario attraversa il secondo romboide senza birifrangersi; se però si ruota il secondo prisma di un certo angolo (ciò che diverge il secondo asse

cristallografico dal primo) allora il raggio si birifrange nuovamente dando luogo ad un raggio ordinario $O^1$ e uno straordinario $S^1$.

Cosa analoga succede se si intercetta invece il raggio straordinario con la differenza che per quest'ultimo la seconda birifrangenza avviene ruotando il romboide $B$ con angoli differenti da quelli con cui si era ottenuta la birifrangenza del raggio straordinario. Con l'aiuto quindi del secondo spato $B$ ed osservando il suo angolo di rotazione necessario per birifrangere uno dei due raggi che sortono dallo spato $A$ è possibile determinare quale dei due raggi sia l'ordinario e quale lo straordinario.

Per questo motivo si è chiamato lo spato $A$ il « polarizzatore » inquantochè polarizza parzialmente la luce; lo spato $B$ « l'analizzatore » il quale serve a riconoscere la proprietà dello spato $A$, e infine con piano di polarizzazione quel piano ideale che sia comunque parallelo ad ambedue le direzioni dei rispettivi assi cristallografici dei due romboidi $A$ e $B$.

Per conseguenza una qualunque sostanza birifrangente usata come analizzatore ha un determinato piano di polarizzazione lungo il quale un raggio totalmente polarizzato (raggio ordinario o straordinario) che abbia la direzione parallela a detto piano non si birifrange.

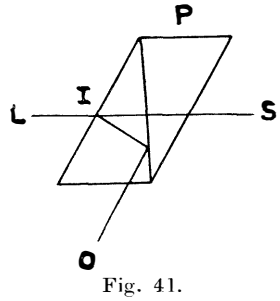


Fig. 41.
Prisma di Nicol.

Ciò premesso si supponga ancora di far passare un raggio di luce — supposta monocromatica — attraverso un romboide di spato tagliato secondo il piano $P$ (fig. 41) e che fra le due superfici combacianti dei due prismi così ottenuti, si possa disporre una sostanza il di cui indice di rifrazione nello spato sia compreso fra l'indice del raggio ordinario e quello del raggio straordinario. In questo modo il raggio ordinario incontrando la superficie combaciante sotto un angolo di incidenza superiore all'angolo limite verrà totalmente riflesso da un lato del prisma il quale lascierà perciò passare solamente il raggio straordinario.

Con un simile prisma è quindi possibile ottenere una sola vibrazione (raggio straordinario) o luce totalmente polarizzata. È appunto questo il cosidetto prisma di Nicol o più semplicemente « nicol ».

Ora, come per gli spati anche ad un nicol polarizzatore può seguire un nicol analizzatore atto a controllare la proprietà di polarizzazione totale del primo nicol. Sovrapponendo perciò due nicol (fig. 42) si possono per conseguenza considerare due casi estremi e cioè:

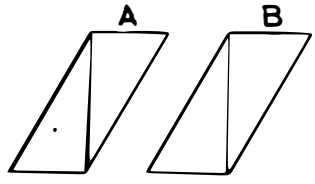


Fig. 42.

— i piani di polarizzazione dei due nicol sono fra loro perpendicolari e allora la luce totalmente polarizzata del primo nicol si birifrange una seconda volta nel secondo nicol, il quale lascierà passare il solo raggio straordinario; oppure i piani di polarizzazione sono paralleli fra di loro, e in questo caso il raggio totalmente polarizzato che sorte dal primo nicol, non venendo rifratto dal secondo nicol, verrà riflesso a lato del prisma col risultato di estinguere la luce.

Colla rotazione dunque del nicol analizzatore e del suo rispettivo piano di polarizzazione è possibile regolare l'intensità della luce da esso uscente da un valore massimo sino ad estinguerla completamente.

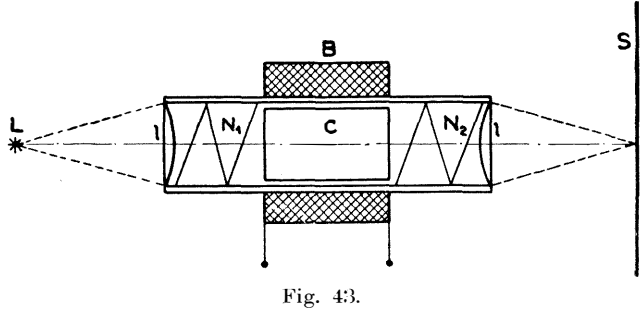


Fig. 43.
Relais luminoso di Nipkow.
*L*, sorgente luminosa da modulare; *C*, sostanza birifrangente; $N_1$, $N_2$, prismi di Nicol; *B*, bobina modulatrice; *l*, lenti; *S*, schermo.

Ora, il relais luminoso di Nipkow consta appunto di due prismi di Nicol $N_1$ e $N_2$ (fig. 43) fra i quali trova posto una sostanza birifrangente la quale funge da analizzatore. La luce proveniente dalla sorgente $L$ viene resa parallela dalla lente $l$, e totalmente polarizzata dal prisma $N_1$ passa attraverso all'analizzatore birifrangendosi, ed in seguito nel prisma $N_2$ e la lente $l$ che la rende nuovamente puntiforme sullo schermo $S$.

Il funzionamento di questo relais luminoso è il seguente:

Innanzitutto la sostanza birifrangente trasforma nuovamente la luce, già totalmente polarizzata dal primo nicol, in un raggio ordinario e in un raggio straordinario. Queste due vibrazioni l'una elittica e l'altra circolare, attraversano detta sostanza con velocità propagatorie differenti in modo che nel momento in cui incontrano il secondo nicol, il ritardo del raggio straordinario sull'ordinario dà origine in quell'istante ad una vibrazione componénte la di cui direzione potrà trovarsi più o meno parallela al piano di polarizzazione del secondo nicol. E più precisamente, se la direzione di detta vibrazione è parallela al piano di polarizzazione del secondo nicol, essa non verrà rifratta ma bensì riflessa, come un raggio ordinario, fuori dal nicol stesso; se invece non è parallela verrà rifratta in un raggio ordinario che cadrà fuori dal nicol ed in un raggio straordinario che lo attraverserà.

Ora, il carattere elittico e circolare delle due vibrazioni nell'analizzatore dipende dalla sua composizione e varia col variare del flusso magnetico (Faraday) sotto il quale a mezzo della bobina *B* è assoggettata la sostanza stessa. In altre parole il raggio straordinario giunge sul secondo nicol un po' dopo del raggio ordinario e questo ritardo del raggio straordinario sull'ordinario è tanto più accentuato quanto maggiore è l'influsso del campo magnetico sulla sostanza posta come analizzatore. Perciò la risultante vibratoria dei due raggi sul secondo nicol può avere direzioni diverse ma pur sempre determinate dall'entità del ritardo del raggio straordinario sul raggio ordinario.

È evidente quindi che dipendendo detto ritardo dall'intensità del campo magnetico e questo, dalla corrente che attraversa la bobina *B*, la direzione della risultante vibratoria varia col variare della corrente stessa. Se poi dalla direzione stessa, nel senso che risulti più o meno parallela al piano di polarizzazione del secondo nicol, dipende anche l'intensità della luce che sorte dal nicol stesso, si potrà senz'altro dire che il punto luminoso sullo schermo è ad intensità luminosa variabile nel ritmo delle variazioni di corrente che attraversano la bobina.

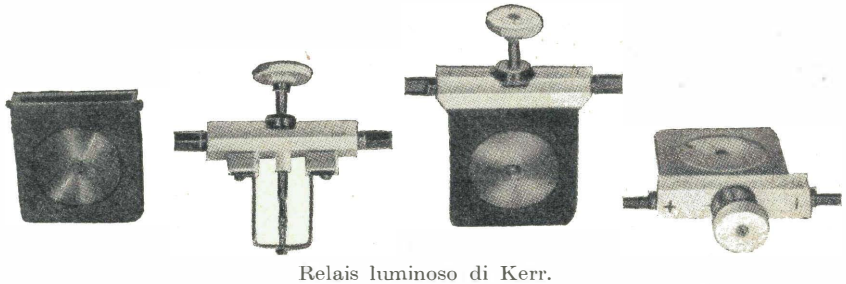
Si saranno così trasformate delle variazioni elettriche in altrettante e fedeli variazioni luminose.

Detta trasformazione avviene quasi senza inerzia e questo re-

lais luminoso, come si è già detto, sarebbe stato l'ideale se a quel tempo si avesse potuto disporre di amplificatori adatti, poichè per ottenere l'effetto ritardatario necessita che nella bobina sia immessa un'energia di almeno 10 W, energia questa, non direttamente ottenibile da nessun tipo di cellula fotoelettrica.

Più tardi, anche applicando gli amplificatori si constatò che il fenomeno di autoinduzione che si generava nella bobina comprometteva la fedeltà della trasformazione, e, pur usando speciali accorgimenti protettivi erano difficilmente raggiungibili i 10.000 per. senza che il dannoso effetto dell'autoinduzione non si ripercuotesse con delle distorsioni già rilevabili.

§ 22. Relais luminoso di Kerr, tensione acceleratrice, amplificazione. — Occorreva quindi sostituire l'azione del campo



Relais luminoso di Kerr.

magnetico con un'altra azione pur sempre vincolata dalla corrente variabile che si desiderava trasformare, ma che fosse priva di fenomeni che potessero compromettere l'inerzia del relais stesso.

Si deve appunto a Kerr un simile perfezionamento del relais di Nipkow. Infatti Kerr studiando l'azione del flusso magnetico e del suo effetto ritardatario sul raggio straordinario rispetto al raggio ordinario in alcune sostanze liquide, trovò che anche un campo elettrico produceva effetti analoghi a quelli prodotti dal campo magnetico.

Analizzando più precisamente il fenomeno, potè determinare che il ritardo del raggio straordinario sull'ordinario per un dato spessore della sostanza liquida posta fra le armature del condensatore creante il campo elettrico, è proporzionale al quadrato della differenza di potenziale agente sulle armature.

Esperimentando diversi liquidi e mantenendo costante la d. d. p. il Kerr trovò ancora che il nitrobenzolo produce effetti 60 volte più intensi che non gli altri liquidi.

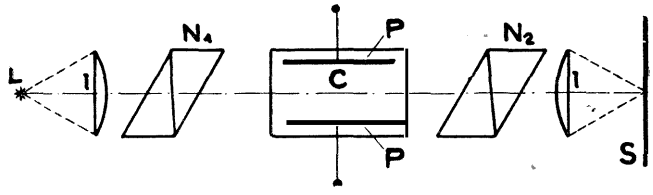



Fig. 44.
Relais luminoso di Kerr.

*L*, sorgente luminosa da modulare; *C*, liquido birifrangente; $N_1$, $N_2$, prismi di Nicol; *P*, *P*, placche modulatrici; *l*, lenti; *S*, schermo.

La fig. 44 illustra il relais luminoso di Kerr il di cui funzionamento è identico a quello di Nipkow, con la differenza che all'azione del campo magnetico è sostituita l'azione del campo elettrico.

Praticamente però affinchè il relais funzioni più elasticamente e per non dovere produrre tensioni modulatrici troppo alte, si comunica alle placche del condensatore un potenziale acceleratore di lavoro come si fa nelle cellule fotoelettriche, dove però lo scopo del potenziale acceleratore è ben differente come si è già visto.

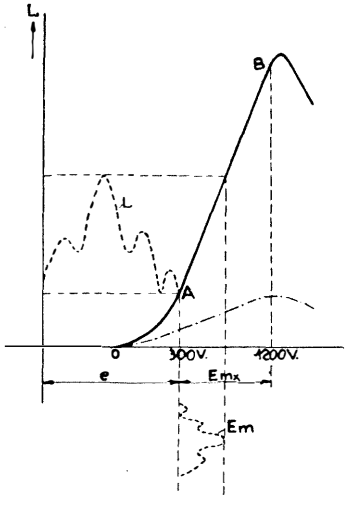



Fig. 45.
Caratteristica di accelerazione di un relais luminoso di Kerr [$L = f\ (E_m)$].

Portando quindi su di un sistema di assi e più precisamente sull'asse delle ascisse la d. d. p. applicata alle placche e sull'asse delle ordinate la corrispondente illuminazione, si ottiene una curva simile a quella rappresentata nella fig. 45 dove appunto è facile osservare come fino ai 300 V la luce risulti praticamente intercettata. Dopo questo limite invece, la luce passa ed aumenta coll'aumentare della d. d. p.

secondo una funzione rettilinea fino a che la d. d. p. raggiunge i 1200 V circa (tratto $A\ B$); aumentando ancora il potenziale, la luce, dopo aver aumentato ancora di poco, secondo una funzione curvilinea, diminuisce rapidamente per poi mantenersi ad un valore costante.

Il tratto di lavoro della caratteristica è perciò il tratto ($A\ B$) e mentre la corrispondente ascisse rappresenta la « tensione modulatrice » massima da applicarsi al relais, il tratto ($O\ A$) rappresenta la rispettiva tensione acceleratrice necessaria al relais stesso allo scopo di evitare distorsioni nella luce modulata.

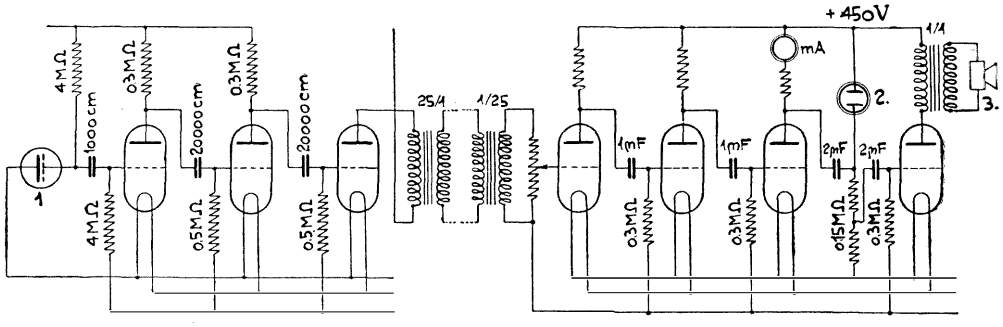



Fig. 46.

Schema di un preamplificatore-amplificatore di potenza per l'incisione del film sonoro, nel quale allo scopo di trasformare in variazioni elettriche in variazioni luminose, si usa il relais luminoso di Kerr.

1. Microfono a condensatore – 2. Relais luminoso di Kerr. – 3. Altoparlante di controllo.

Come nelle cellule fotoelettriche quindi si ha un tratto di caratteristica rettilineo la cui « pendenza » rappresenta senz'altro la « sensibilità » del relais espressa dal rapporto $\Delta L/\Delta E$ e dove $\Delta E$ è la variazione della differenza di potenziale applicata alle placche e $\Delta L$ la corrispondente variazione di flusso luminoso.

Detta sensibilità dipende in primo luogo dal tipo di liquido birifrangente usato ed è massima, almeno sino ad oggi, per il nitrobenzolo o per il nitrotoluolo; in secondo luogo dipende dalla lunghezza d'onda propria alla luce che attraversa il relais e più precisamente varia in ragione del quadrato di detta lunghezza d'onda.

Come relais luminoso di fronte agli altri tipi di cui si dirà più innanzi, il relais di Kerr ha l'indiscutibile vantaggio di permettere

modulazioni di sorgenti luminose molto intense con una inerzia di $10^{-7}$ secondi, sebbene allo scopo occorra una grande potenza utile modulante e quindi anche il rendimento del relais risulti inferiore agli altri tipi.

Una delle più importanti applicazioni pratiche del relais di Kerr, oltre che nella televisione, la si ha nella presa del film sonoro. La fig. 46 illustra appunto uno schema dove il relais di Kerr è usato per impressionare fotograficamente il film che dovrà in seguito riprodurre i suoni, che durante la presa ha percepito il microfono a condensatore.

§ 23. Lampada a luminescenza. — In questo tipo di relais luminoso la trasformazione della variazione elettrica in variazione luminosa avviene per così dire direttamente cioè senza l'ausilio di dispositivi ottici, sfruttando allo scopo la ionizzazione per urto, prodotta dal movimento degli elettroni in un gas.

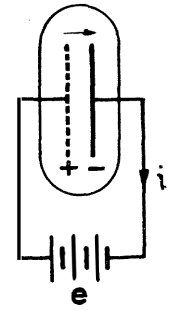


Fig. 47.

Si è già accennato alla ionizzazione per urto nel capitolo delle cellule fotoelettriche. Ora, nelle lampade a luminescenza il fenomeno presenta analogie notevoli concordanti con il funzionamento della cellula a gas.

Infatti anche nella lampada a luminescenza si ha un anodo e un catodo piazzati in modo che per il solo effetto della tensione acceleratrice ($e$) applicata agli elettrodi della lampada, gli elettroni liberi che in debole numero esistono nell'interno del bulbo, venendo respinti dal catodo e rispettivamente attratti dall'anodo, stabiliscono in questo modo una debolissima corrente elettronica nel senso della freccia (fig. 47).

Ora, se il fenomeno avviene nel vuoto spinto dove il numero di molecole di gas è limitato, la suddetta corrente elettronica non produce alcun effetto di ionizzazione purchè la tensione acceleratrice non salga a valori elevatissimi; ma se pur mantenendo immutata la tensione acceleratrice iniziale si dà origine al fenomeno in un gas rarefatto, dove cioè il numero delle molecole del gas è ancora sufficiente per produrre l'urto con gli elettroni, allora l'urto stesso scinde l'ione gas dall'elettrone e mentre quest'ultimo rinforza per così dire la corrente elettronica e nello stesso tempo aiuta la ioniz-

zazione, gli ioni attratti dal catodo cadono invece sul catodo stesso con velocità sufficiente per ricombinarsi con gli elettroni liberi in prossimità di esso e farlo apparire perciò luminescente poichè la ricombinazione dello ione con l'elettrone è sempre accompagnata da una emissione di luce (legge di Bohr).

Ora, l'intensità di detta luce dipende evidentemente dal numero di ioni risultanti dalla dissociazione delle molecole di gas.

D'altra parte poi, questo numero dipende a sua volta dal valore della tensione acceleratrice.

Provocando quindi la luminescenza con una tensione acceleratrice che rimanga costante e sovrapponendo a quest'ultima la tensione variabile propria alla corrente che si desidera trasformare in variazione luminosa, agli elettrodi della lampada si avrà così applicata una tensione acceleratrice risultante, modulata, per così dire, dalla corrente che si desidera trasformare.

Di conseguenza anche l'intensità di luminescenza essendo, come s'è visto, funzione di detta tensione, risulterà modulata nel ritmo delle variazioni della tensione modulatrice e si saranno in questo modo trasformate delle variazioni elettriche in altrettante e fedeli variazioni luminose.

Questa trasformazione però non avviene senza inconvenienti i quali, se possono essere praticamente trascurati nelle trasformazioni a bassa frequenza, per le trasformazioni ad alta frequenza possono invece diventare così sensibili da compromettere la fedeltà della riproduzione stessa.

Uno di questi inconvenienti e forse il più serio è « l'inerzia » della lampada dovuta evidentemente, come nelle cellule a gas, alla presenza del gas nel bulbo, per cui allo scopo di ottenere un determinato grado di luminescenza il numero di molecole è già così elevato che la trasformazione di correnti sorpassanti i 10.000 per. non risulta più uniforme.

Infatti l'esperienza ha provato che il grado di luminescenza non dipende costantemente dal valore della tensione modulatrice che la provoca, ma che dipende anche dal preesistente grado di luminescenza. Più precisamente, che per ottenere uno stesso grado di luminescenza detta tensione è più piccola se prima si era prodotta una forte luminescenza ed è più grande se prima si era prodotta una debole luminescenza.

Con ciò quindi bisogna ammettere, e le prove all'oscillografo lo confermano, che fra il valore della tensione modulatrice ed il corrispondente grado di luminescenza ha luogo un fenomeno secondario nella lampada (isteresi) il quale può evidentemente influire su di un rapido succedersi dei diversi gradi di luminescenza qualora questi siano provocati da una tensione modulatrice di elevata frequenza.

Una chiara visione dell'esistenza di questi inconvenienti la si ha studiando le caratteristiche della lampada ed introducendo nello studio il concetto della resistenza che la lampada stessa offre alla corrente variabile originata dalla rispettiva variazione della tensione modulatrice.

Allo scopo dunque e premettendo, per maggiore chiarezza, di sostituire alla variazione di luminescenza la rispettiva variazione di corrente, poichè ambedue variazioni sono originate contemporaneamente da una determinata variazione della tensione modulatrice, si potrà, in base all'esperienza, costruire tre caratteristiche ben distinte e cioè:

« la caratteristica di inerzia » dove si rappresenta il variare della tensione acceleratrice ($\mathcal{E}$) e della corrispondente corrente ($\mathcal{J}$) in considerazione al tempo;

« la caratteristica di accelerazione » dove la curva rappresenta come varia la corrente ($\mathcal{J}$) col variare della tensione acceleratrice ($\mathcal{E}$);

« la caratteristica di resistenza dinamica » dove si rappresenta come varia la resistenza della lampada col variare della frequenza propria alla tensione acceleratrice ($\mathcal{E}$).

Ora, la caratteristica d'inerzia rappresentata nella fig. 48 si ottiene disponendo gli elementi del circuito come nello schema. Evidentemente, lo studio di questa caratteristica va completato all'oscillografo catodico, sostituendo alla batteria ed al potenziometro una tensione acceleratrice alternata o pulsante a frequenza variabile, ed osservando dopo quale valore della frequenza stessa si hanno effetti di sovrapposizione nella corrente (luminescenza) che si origina.

La costruzione di una simile caratteristica permette inoltre di stabilire le tensioni d'innesto (punto « *a* ») e di disinnesco della luminescenza (punto « *b* ») e di rilevare l'andamento della rispettiva corrente ($\mathcal{J}$).

In base ai dati così rilevati è poi facile costruire la caratteristica di accelerazione per la massima tensione acceleratrice ($\mathcal{E}_{mx}$) tollerata dalla lampada. Una tale caratteristica è rappresen-

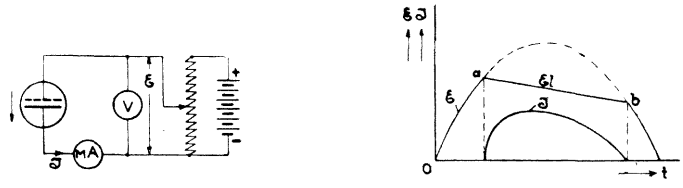



Fig. 48.
La caratteristica « d'inerzia » della lampada a luminescenza [$\mathcal{J} = \psi(t)$].

tata nella fig. 49 dove oltre ai simboli già noti si è chiamato con $\mathcal{E}_o - \mathcal{J}_o$ la tensione acceleratrice e la rispettiva corrente che provocano una costante luminescenza della lampada e con $\mathcal{E}_m - \mathcal{J}_m$ la tensione modulatrice e la rispettiva corrente che modulano la luminescenza della lampada.

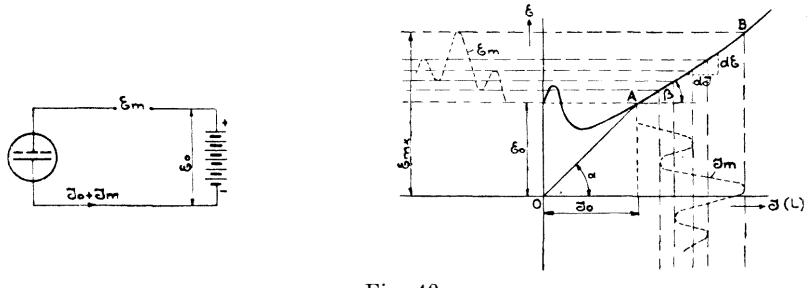



Fig. 49.
La caratteristica di « accelerazione » di una lampada a luminescenza [$\mathcal{J} = f(\mathcal{E}_m)$].

Esaminando ancora l'andamento della curva, dalla stessa scaturisce ora il significato della « resistenza dinamica » della lampada e con i quali valori sarà poi possibile costruire la rispettiva caratteristica dinamica. Infatti se il rapporto $\mathcal{E}_o/\mathcal{J}_o = \text{tg } \alpha$ esprime la resistenza della lampada alla corrente continua, il rapporto

$$\left(\frac{d\,\mathcal{E}}{d\,\mathcal{J}}\right)_0 = \text{tg } \beta$$

esprime invece la resistenza dinamica.

Rilevando quindi il valore di detta resistenza per ciascuna frequenza che interessa e portando su di un sistema di assi i valori così ottenuti (fig. 50) si avrà infine « la caratteristica dinamica », la pendenza della quale rivelerà l'influenza della frequenza sulla uniformità della trasformazione.

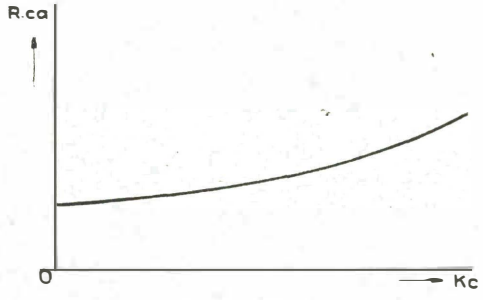
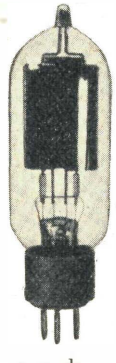



Fig. 50.
La caratteristica dinamica di una lampada a luminescenza [$R_{ca} = \varphi(f)$].

Ai fini della televisione dunque sarebbe bene che il rapporto $d\mathcal{E} - d\mathcal{J}$ oltrechè essere costante lungo tutto il tratto ($A\,B$) sia anche indipendente dalla frequenza propria alla tensione modulatrice ($\mathcal{E}_m$).

Praticamente però se per gli inconvenienti già menzionati non si possono raggiungere queste condizioni ideali, è però possibile avvicinarvisi osservando sia speciali criteri costruttivi sia determinati schemi d'inserzione delle lampade nei rispettivi circuiti.



Lampada al neon Rectron. Tipo a campo luminescente per ricevitori a disco.

Un'ottima lampada a luminescenza dovrà perciò avere in primo luogo il tratto ($A\,B$) della caratteristica di accelerazione quasi rettilineo ed in secondo luogo la caratteristica di resistenza dinamica dovrà essere il più possibile parallela all'asse delle $x$. Le figg. 51 e 52 rappresentano le due suddette caratteristiche per tre differenti tipi di lampade del tipo a campo luminescente dove, per quanto esposto, il tipo proprio alle caratteristiche segnate in linea tratteggiata (3), è indubbiamente il migliore.

Riassumendo dunque, entro certi limiti di frequenza, la lampada a luminescenza rappresenta l'ideale del relais luminoso sia per la sua semplicità come per il suo facile impiego inquantochè l'energia finale di cui normalmente dispone un buon apparecchio radio del commercio (2 a 5 Watt), è già sufficiente per il funzionamento di detta lampada.

Dato l'attuale sviluppo degli apparecchi di televisione si co-

struiscono due tipi di lampade a luminescenza e cioè il tipo con il catodo a forma di placca (a campo luminescente, fig. 53) ed il tipo con il catodo puntiforme (a punto luminescente, fig. 54).

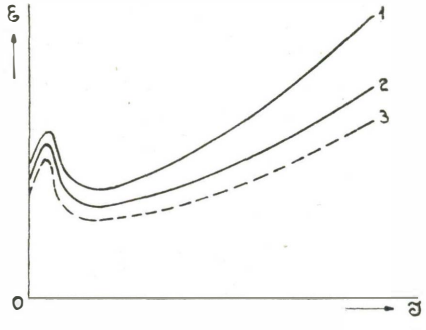



Fig. 51.

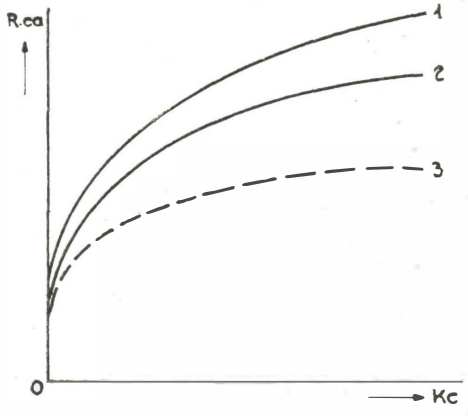



Fig. 52.

Il primo tipo serve esclusivamente per ricevitori aventi il dispositivo di esplorazione a disco di Nipkow e consta di una ampolla di

Fig. 53.
Lampada al neon a campo luminescente (adatta per ricevitori a disco di Nipkow).

Fig. 54.
Lampada al neon a punto luminescente (adatta per ricevitori a specchi rotanti).

vetro riempita di gas neon o argon [1] sufficientemente rarefatto.

[1] Si sono anche costruiti dei tipi speciali riempiti di vapore di mercurio e producenti una luce molto più intensa ma per i quali però la potenza di modulazione è troppo elevata (50 ÷ 100 Watt) per essere alla portata di un normale amplificatore *B F* domestico.

Gli elettrodi, costruiti in nichelio, vi sono rigidamente sistemati e sono molto vicini l'uno all'altro allo scopo evidente di diminuire il più possibile la resistenza interna e quindi la tensione di luminescenza. Il catodo, in forma di placca, è ricoperto da una parte di una sostanza isolante (smalto) in modo che la luminescenza si formi solamente sulla superficie rivolta verso l'anodo.

Quest'ultimo invece consta di un rettangolo in filo di nichelio che inquadra, per così dire, il catodo senza però toccarlo.

La tensione acceleratrice di riposo ($\mathcal{E}_0$) in una lampada a luminescenza del tipo a placca luminescente si aggira, per i tipi commerciali, sui 250 volt e la corrispondente corrente di riposo ($\mathcal{J}_0$) varia fra i 20 e i 40 mA a seconda dei tipi. La tavola qui accanto reca le caratteristiche di alcuni tipi di lampade a luminescenza oggi in commercio.

*Tabella II.* – Tipi normali di lampade a luminescenza per televisione (tipi a campo luminescente).

| Fabbrica | Dimens. del catodo mm. | Corr. di riposo ($\mathcal{J}_0$) mA | Tens. acc. di rip. ($\mathcal{E}_0$) Volt | Tens. acc. mass. ($\mathcal{E}_{mx}$) Volt | Inerzia secondi |
|---|---|---|---|---|---|
| Réctron ..... | 35 × 50 | 20 | 260 | 350 | $10^{-4} \div 10^{-5}$ |
| Philips ..... | 35 × 50 | 20 | 360 | 350 | » |
| D. Glimmlampen G.m.b.h. | 30 × 40 | 40 | 200 | 300 | » |
| Osram ..... | 35 × 50 | 40 | 280 | 370 | » |

Il tipo a catodo puntiforme invece, lo si usa esclusivamente nei ricevitori dove il dispositivo esploratore trasforma l'intera immagine del corpo luminoso nella stessa area esploratrice (ruota a specchi). La sua costruzione perciò non differisce da quella del tipo a campo luminescente che per la forma degli elettrodi i quali constano precisamente di una piccola sfera per il catodo e di un mantello cilindrico per l'anodo; la conseguente proiezione della sfera luminescente è quindi una superficie circolare. Data poi la possibilità di poter piazzare gli elettrodi molto vicini fra di loro (la sfera è sistemata concentricamente al mantello cilindrico, la tensione acceleratrice di riposo può essere ridotta fino ai 30 V; per contro però aumenta la corrente di riposo la quale può oltrepassare i 100 mA.

Una sostanziale differenza fra questo tipo di lampada e quello a campo luminescente è la sua più elevata densità luminosa. Infatti se nel tipo a campo si raggiungono appena le 0,04 candele Hefner per cmq., nel tipo puntiforme invece si hanno facilmente densità fino alle 25 candele Hefner per cmq. Le curve di fig. 55 rappresentano

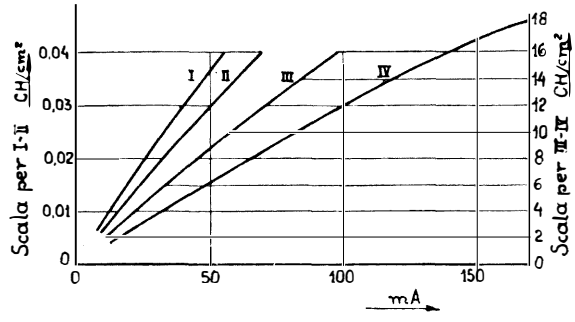



Fig. 55.

Come varia la densità di luminescenza col variare della corrente che attraversa la lampada.

Curve I e II per lampade al neon normali tipo a campo luminescente.

Curve III e IV per lampade al neon normali tipo a punto luminescente.

appunto l'andamento della densità luminosa secondo i diversi valori della corrente di riposo per due tipi di lampade del commercio a campo ed a punto luminescente.

§ 24. Applicazioni pratiche della lampada a luminescenza. — La maniera più semplice per inserire una lampada a luminescenza nella $B \cdot F$ dell'apparecchio radio-ricevente è quella illustrata dallo schema di fig. 56. In esso la batteria anodica, la quale può anche essere sostituita da un alimentatore, deve poter fornire sia la tensione acceleratrice di riposo della lampada ($\mathcal{E}_o$), che la tensione anodica necessaria alla valvola finale ($V_a$). La tensione modulatrice ($\mathcal{E}_m$) è provocata in questo caso dalla componente alternativa della valvola finale attraverso la resistenza dinamica della stessa lampada a luminescenza. In quest'ultima quindi, in condizioni di funzionamento, circolano nel medesimo senso tre correnti ben distinte e cioè la corrente di riposo ($\mathcal{J}_o$), la componente alternativa della valvola ($\mathcal{J}_a$) e la corrente modulatrice ($\mathcal{J}_m$) la quale è in ritardo sulle prime due

poichè, come si è già visto, essa viene originata dalla $\mathcal{E}_m$ attraverso il fenomeno di ionizzazione.

Per un buon funzionamento di questo circuito è bene che la corrente di riposo della lampada a luminescenza sia eguale alla corrente di riposo della valvola per essere certi che il catodo della lampada risulti sempre interamente coperto di luminescenza.

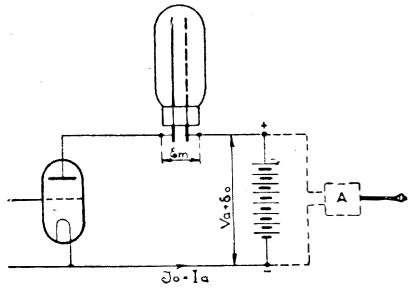



Fig. 56.
Inserzione diretta della lampada al neon nel circuito d'uscita della valvola finale.

In questo circuito la corrente di riposo della valvola e quella della lampada al neon devono essere eguali; il rispettivo alimentatore anodico (o batteria anodica) deve soddisfare alla somma delle rispettive tensioni anodiche.

Qualora non sia possibile soddisfare tale esigenza, è però possibile, senza per questo diminuire sensibilmente la potenza utile che può fornire il triodo alla lampada, inserire una resistenza $R$ (fig. 57) il valore della quale deve perciò essere cal-

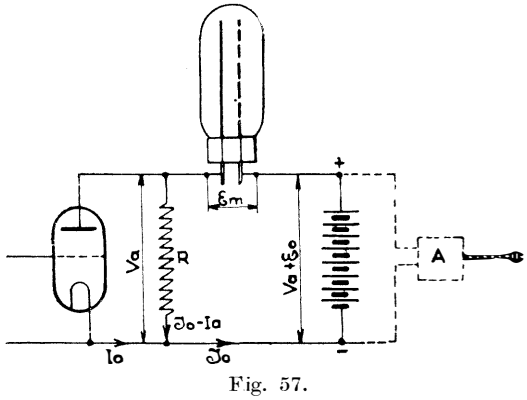



Fig. 57.
Inserzione diretta della lampada al neon nel circuito d'uscita della valvola finale.

In questo circuito la corrente di riposo della valvola può essere minore del 25% di quella della lampada al neon; il rispettivo alimentatore anodico (o batteria anodica) deve soddisfare alla somma delle rispettive tensioni anodiche.

colato in modo che attraverso alla lampada passi costantemente la corrente di riposo $\mathcal{J}_o$ necessaria per mantenere costante l'intera luminescenza della placca. Con ciò quindi la corrente di riposo della

valvola può essere minore della corrente di riposo della lampada al neon di quel tanto che può permettere la potenza utile del triodo stesso poichè è ovvio che un simile accorgimento va a tutto scapito di detta potenza.

Supponendo dunque che per maggior sicurezza la tensione di spegnimento sia eguale alla tensione di riposo, per il circuito di fig. 57 si potrà senz'altro scrivere

$$R\ (\mathcal{I}_o - I_a) = V_a$$

e quindi

$$R = \frac{V_a}{\mathcal{I}_o - I_a}$$

Questo accorgimento vale evidentemente solo in quei casi dove la corrente di riposo della valvola è minore di quella della lampada al neon. Può succedere però anche il contrario e cioè che la corrente di riposo della valvola sia maggiore di quella della lampada. Si ricorre allora all'inserzione come dallo schema di fig. 58, dove la resistenza $R$ funziona quale resistenza limitatrice.

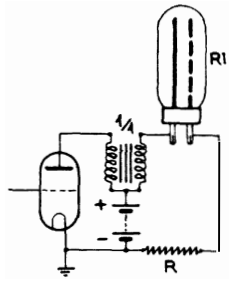



Fig. 58.
Inserzione della lampada al neon nel circuito d'uscita della valvola finale a mezzo di un trasformat. d'uscita.

In questo circuito la corrente di riposo della valvola può essere maggiore del 25% di quella della lampada al neon; il rispettivo alimentatore anodico (o batteria anodica) deve soddisfare la tensione anodica maggiore.

Questo schema ha pure il vantaggio di poter usare per la lampada a luminescenza, la stessa tensione anodica della valvola poichè solitamente le valvole finali funzionano con una tensione di placca che è superiore alla tensione di riposo della lampada a luminescenza. Evidentemente solo per $V_a > \mathcal{E}_o$ è necessaria la resistenza $R$ il cui valore allora si ricava ponendo

$$V_a - \mathcal{E}_o = \mathcal{I}_o \cdot R$$

e quindi

$$R = \frac{V_a - \mathcal{E}_o}{\mathcal{I}_o}$$

Lo schema di fig. 59 rappresenta un terzo modo di collegare la lampada a luminescenza alla $B \cdot F$ dell'apparecchio radioricevi-

tore. Il collegamento avviene, come nello schema di fig. 58, attraverso ad un trasformatore $B \cdot F$ rapporto 1 : 1. In questo schema pur dovendo disporre di due batterie anodiche, si evita l'inconveniente di dover scegliere un tipo di lampada ed un tipo di valvola che abbiano pressochè la medesima corrente di riposo.

Qualora anzichè di una sola valvola finale se ne hanno invece due, montate in push-pull, lo stesso trasformatore già esistente nel-

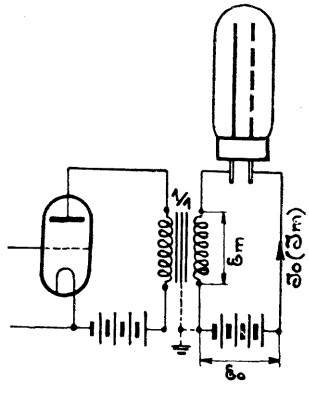



Fig. 59.

Inserzione della lampada al neon nel circuito d'uscita della valvola finale a mezzo d'un trasformatore d'uscita.

In questo circuito la corrente di riposo della valvola e quella della lampada possono essere comunque diverse; i rispettivi alimentatori anodici (o batterie anodiche) devono essere separati.

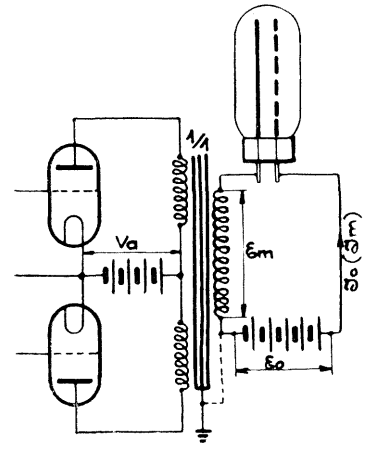



Fig. 60.

Inserzione della lampada a luminescenza nel circuito d'uscita di due valvole finali in push-pull.

In questo circuito la corrente di riposo delle valvole e quella della lampada possono essere comunque diverse; i rispettivi alimentatori anodici (o batterie anodiche) devono essere separati.

l'apparecchio radio può servire quale trasformatore d'accoppiamento e la lampada a luminescenza va allora inserita come nello schema di fig. 60.

Questi due ultimi schemi di collegamento sono in pratica i più frequenti poichè la massima parte degli apparecchi commerciali hanno un trasformatore d'uscita, oppure realizzano l'uscita stessa per impedenza-capacità. In quest'ultimo caso lo schema di collegamento diventa quello di fig. 61 dove però è indispensabile l'aggiunta di un trasformatore $B \cdot F$ rapporto 1 : 1.

Al costruttore invece, il quale progetta interamente il proprio

apparecchio, si consiglia l'uso dello schema di fig. 57 ed in ispecial modo quello di fig. 58 nel quale evidentemente oltre ai vantaggi già discussi va unito anche un minimo costo delle parti necessarie. Comunque più innanzi, quando cioè si saranno descritti i sistemi di

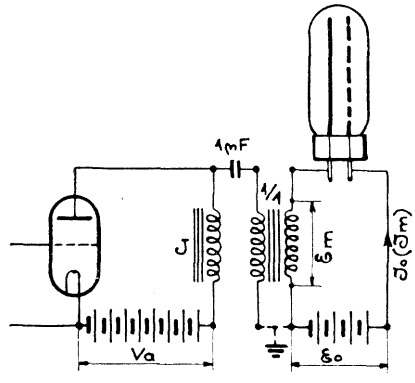



Fig. 61.

Inserzione della lampada a luminescenza nel circuito d'uscita della valvola finale a mezzo impedenza e trasformatore d'uscita.

In questo circuito la corrente di riposo della valvola e quella della lampada possono essere comunque diverse; i rispettivi alimentatori anodici (o batterie anodiche) devono essere separati.

sincronismo, si ritornerà su questo argomento inquantochè in certi casi la valvola o le valvole finali devono fornire oltre che l'energia modulatrice, anche l'energia sincronizzante necessaria per poter stabilizzare l'immagine nel televisore.

# PARTE SECONDA

IV.

# FUNZIONAMENTO TEORICO DI UN COMPLESSO TRASMETTITORE-RICEVITORE TELEVISIONE

§ 25. Trasmissione, teoria generale, frequenza di base, frequenza incidente, frequenza massima. — Ora da quanto esposto, ritornando sul complesso trasmettente-ricevente televisione in cui la trasmissione avveniva secondo il «sistema diretto» cioè esplorando direttamente il soggetto e impressionando la cellula con la luce riflessa, non sarà difficile analizzare un po' più da vicino il funzionamento teorico del suddetto complesso, studiando dapprima l'andamento della corrente fotoelettrica che si eccita nella cellula per effetto delle variazioni luminose generate dal raggio esploratore che esplora il soggetto da trasmettere.

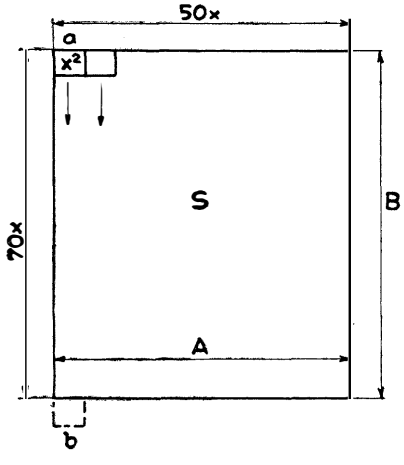


Fig. 62.

Si consideri perciò nella superficie $S$ (fig. 62) racchiusa l'immagine o il soggetto da trasmettere e sia $x^2$ l'area elementare mobile illuminata dal raggio esploratore. Come già è stato detto, il movimento del raggio esploratore deve essere tale da percorrere l'intera immagine in un tempo minore di quello necessario perchè si verifichi la persistenza dell'immagine sulla retina, in modo che all'osservatore sembrerà che la superfice $S$ sia tutta illuminata.

Chiamando con $i_s$ la frequenza d'esplorazione, cioè il numero delle esplorazioni intere al minuto secondo, sarà evidentemente $1/i_s = t$ il rispettivo periodo di esplorazione cioè la durata di una esplorazione intera dell'immagine. Seguendo quindi il percorso del raggio esploratore durante il tempo $t$ e supposto che il senso di esplorazione sia da « $a$ » verso « $b$ » (fig. 62) è facile osservare come durante gli istanti in cui il raggio abbandona la «riga $a\ b$» dell'immagine per incominciare l'esplorazione della «riga $a_1\ b_1$» ecc., fino alla « riga $a_n\ b_n$ », la superficie $S$ non risulti illuminata.

Ne deriva che la corrispondente corrente fotoelettrica, eccitata nella cellula dal flusso luminoso riflesso del raggio esploratore, è nulla per ciascuno di tali istanti i quali si ripetono periodicamente nelle successive esplorazioni intere dell'immagine.

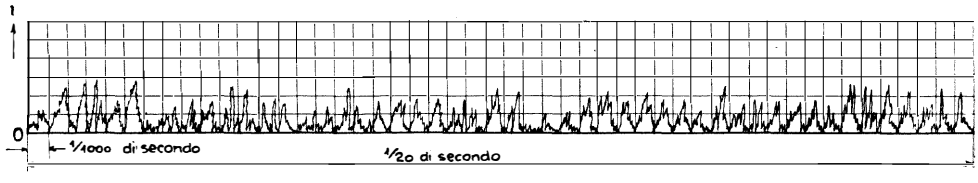



Fig. 63.
L'andamento della corrente fotoelettrica durante l'esplorazione intera della immagine.

La corrente fotoelettrica quindi, senza considerare per ora le variazioni che essa subisce durante il percorso del raggio lungo le singole righe, risulta caratterizzata da una frequenza costante ben definita ed evidentemente espressa dalla

$$f_b = i_s \cdot n_r \tag{20}$$

dove con $n_r$ si è chiamato il numero delle righe dell'immagine. Se $A$ e $B$ sono ancora le dimensioni di detta immagine si ha evidentemente $n_r = A/x$ e quindi la (20) diventa

$$f_b = i_s \frac{A}{x} \tag{20'}$$

cioè la frequenza $f_b$ è indipendente dal numero di aree elementari

ed è invece supposto costante $i_s$, direttamente proporzionale al numero delle righe. La $f_b$ quindi si manifesta anche quando l'immagine è priva di dettagli ed esprime perciò la frequenza minima che genera l'esplorazione.

Per tale motivo si è chiamata la $f_b$ « la frequenza di base » od anche, in rapporto alla sua dipendenza dal numero delle righe, « la frequenza delle righe ».

La fig. 63 rappresenta l'andamento della corrente fotoelettrica per un'immagine con $i_s = 20$ ed $n_r = 50$.

Seguendo invece il percorso del raggio esploratore lungo le singole aree elementari che compongono una riga, ciascuna area

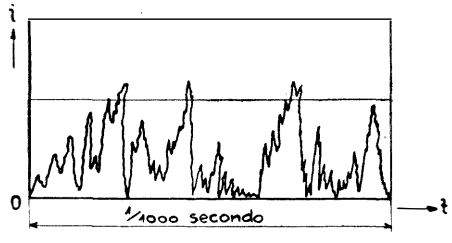



Fig. 64.
Andamento della corrente fotoelettrica durante la esplorazione di una striscia dell'immagine.

a seconda della propria tonalità riflette nella cellula un flusso luminoso più o meno intenso e origina quindi durante il percorso stesso una corrente fotoelettrica la cui ampiezza e frequenza, a causa dei movimenti dei soggetti, è variabile di riga in riga e da immagine ad immagine.

Supposta la peggiore delle ipotesi e cioè che per il percorso di ciascuna riga il raggio trovi successivamente le rispettive aree elementari alternate in spiccati chiaroscuri (fig. 65), la corrente assumerà una frequenza massima definita dalla

$$f_m = \frac{B}{2\,x} \cdot \frac{A}{x} \cdot i_s = \frac{A \cdot B}{2\,x^3} \cdot i_s$$

e che per la (1) diventa

$$f_m = \frac{N_a \cdot i_s}{2} \tag{21}$$

cioè a differenza della frequenza di base, la frequenza massima, supposto costante $i_s$, è invece dipendente dal numero di aree elementari ed è ad esso direttamente proporzionale. In rapporto a questa dipendenza la « frequenza massima » viene anche chiamata la « frequenza immagine ».

La fig. 64 rappresenta l'andamento della corrente fotoelettrica per una riga dell'immagine le cui costanti d'esplorazione sono $i_s = 20$ e $n_r = 50$.

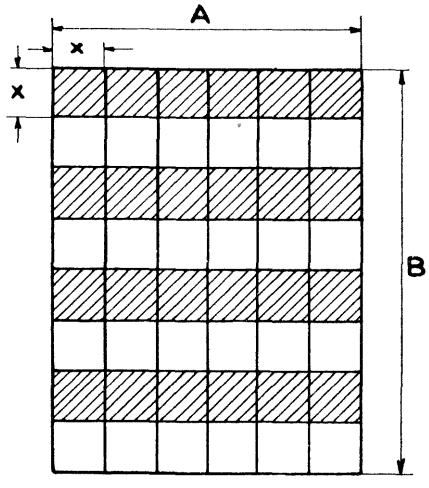


Fig. 65.

È ovvio che la relazione (21) è valevole soltanto per i dispositivi esploratori dove l'esplorazione avviene col metodo a « velocità costante ».

Qualora invece il dispositivo esploratore realizzi l'esplorazione col metodo cosidetto a « velocità variabile » il teorema della serie armonica di Fourier dimostra che pur assumendo per i due sistemi eguali costanti di esplorazione ($N_a$, $i_s$, $n_r$) la frequenza massima prodotta col metodo a velocità variabile è notevolmente inferiore alla frequenza massima prodotta col metodo a velocità costante.

Inoltre con taluni sistemi speciali di televisione, ai quali si accennerà più avanti, può accadere che il raggio esploratore sia multiplo (come per esempio nella televisione tricromica [tre raggi esploratori], nella televisione stereoscopica [due raggi esploratori], nella televisione a zone, ecc.).

Più generalmente quindi la (21) assume la forma

$$f_m = k_e \cdot n_e \frac{N_a \cdot i_s}{2} \qquad (21')$$

dove si è chiamato con

$k_e$ il coefficiente di esplorazione ($k_e = 1$ per sistemi di esplo-

razione a velocità costante; $k_e = 0{,}2 \div 0{,}05$ per sistemi di esplorazione a velocità variabile);

$n_e$ il numero di raggi esploratori.

Riassumendo dunque, da queste considerazioni risulta evidente come in una qualsiasi trasmissione di televisione la rispettiva corrente fotoelettrica (che debitamente amplificata, diventa poi la corrente modulatrice della trasmettente), è caratterizzata da due frequenze e cioè, una la $f_b$ o « frequenza di base » che resta sempre costante; l'altra la $f_i$ o « frequenza incidente » e che può variare fra la frequenza di base $f_b$ e la « frequenza massima » $f_m$ a seconda della ricchezza dei dettagli dei soggetti che si trasmettono.

Infatti ricevendo in altoparlante i segnali di televisione, contemporaneamente s'ode una nota periodicamente pulsante (frequenza di base) accompagnata da un trillo più o meno acuto (frequenza incidente).

§ 26. Ricezione, parti principali di un complesso trasmettitore-ricevitore. — Conoscendo ora le cause che originano le correnti fotoelettriche nel trasmettitore, non sarà difficile rendersi conto del come avviene invece la ricezione.

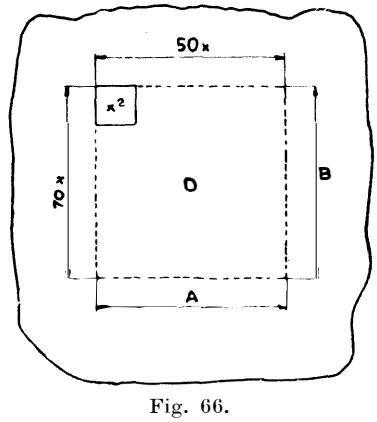


Fig. 66.

Allo scopo si consideri ancora una maschera $D$ (fig. 66) eguale a quella usata nel trasmettitore per generare il raggio esploratore, sia come dimensioni del foro esploratore stesso che come meccanismo di movimento.

Si immagini ora, che dietro alla maschera esploratrice $D$ (dietro al foglio) si trovi una lampada al neon il catodo della quale, di dimensioni un po' maggiori della superficie $A\,B$, possa più o meno coprirsi di luminescenza per effetto della corrente variabile, che, debitamente amplificata, proviene dalla cellula fotoelettrica del trasmettitore.

Si supponga ancora che con l'ausilio di un meccanismo qual-

siasi, il movimento della maschera *D* sia sincrono con il movimento della maschera trasmettente e che resti tale per tutta la durata dell'esperimento.

Se quindi il raggio esploratore del trasmettitore si trova, p. es., in *a* (fig. 62) il suo riflesso darà luogo nella cellula ad una corrente proporzionale alla tonalità dell'immagine nel punto *a* e nello stesso istante nell'apparecchio ricevente tutta la placca della lampada al neon si illuminerà perciò di una tonalità di luce simile al punto *a* dell'immagine o soggetto che si trasmette.

Date però le premesse condizioni di sincronismo fra le due maschere, anche la maschera *D* dell'apparecchio ricevente avrà il suo foro esploratore in *A* (fig. 66) e quindi attraverso allo stesso si vedrà un punto luminoso di tonalità eguale a quello rilevato dal raggio esploratore trasmettente nello stesso punto *a* dell'immagine o soggetto trasmesso.

La stessa cosa succede per i punti successivi da *a* verso *b*, da $a_1$ verso $b_1$, ecc., ecc., e quindi per tutta l'immagine.

È appunto questa rapida successione di punti luminosi che crea l'immagine nell'apparecchio ricevente. Il fatto poi di eseguire 20 esplorazioni intere al secondo (20 immagini al secondo) consente largamente la trasmissione e ricezione di immagini a soggetti mobili inquantochè, allo stesso scopo, 14 immagini al secondo sarebbero già sufficienti.

Riassumendo, da quanto sin qui esposto, risulta ora evidente che sia un apparecchio trasmettente che uno ricevente dovrà essere composto da almeno tre dispositivi principali e cioè:

1° « Dispositivo esploratore »
2° « Cellula fotoelettrica »
3° « Dispositivo di sincronismo »

per l'apparecchio trasmettente, e da

1° « Dispositivo esploratore »
2° « Relais luminoso »
3° « Dispositivo di sincronismo »

per l'apparecchio ricevente.

Lo scopo di ciascun dispositivo è così ben determinato e cioè:

— trasformare la visione reale in una visione a manifestazione

istantanea apparente per il « dispositivo di esplorazione »; trasformare le variazioni luminose in elettriche oppure viceversa, per « la cellula fotoelettrica » oppure rispettivamente per il « relais luminoso »; mantenere il sincronismo fra il trasmettitore e i ricevitori per il « dispositivo di sincronismo ».

Ora, di questi tre dispositivi principali sia per il trasmettitore che per il ricevitore è noto al lettore solamente uno e cioè la cellula fotoelettrica e rispettivamente il relais luminoso, sarà perciò oggetto dei seguenti capitoli della seconda parte, l'analisi dei vari dispositivi di esplorazione e di sincronismo sia per l'apparecchio trasmettente che per quello ricevente.

## V.

# DISPOSITIVI ESPLORATORI

§ 27. Generalità, sistemi meccanici e sistemi statici. — È noto ormai lo scopo di questi dispositivi destinati a trasformare una visione reale in una visione a manifestazione istantanea apparente, sfruttando allo scopo il fenomeno della persistenza della luce sulla retina.

Inoltre si è già accennato alla differenza esistente fra dispositivi esploratori a presa diretta ed indiretta, osservando che il dispositivo a presa diretta è per ora il migliore, sia per semplicità di meccanismo sia per la possibilità di disporre di raggi esploratori più luminosi.

Si era pure osservato come i metodi di esplorazione possano suddividersi in due classi principali e cioè in « metodi di esplorazione a velocità costante » ed in « metodi di esplorazione a velocità variabile » e come quest'ultimi non fossero ancora entrati nella costruzione industriale di dispositivi-esploratori a causa della loro attuale complessità ed instabilità di funzionamento.

In questo capitolo perciò, si analizzeranno solamente quei dispositivi esploratori, sia a presa diretta che indiretta, che realizzano l'esplorazione secondo il metodo a velocità costante.

Per maggior chiarezza dell'analisi, si suddivideranno invece i vari dispositivi in « dispositivi esploratori meccanici » ed in dispositivi esploratori statici » a seconda cioè che il movimento del raggio esploratore sia provocato da parti meccaniche in moto oppure sia provocato da parti statiche, le quali però possono influire sul movimento del raggio stesso, sia elettrostaticamente, che elettromagneticamente.

§ 28. Dispositivi esploratori meccanici – Disco di Nipkow, forma dei fori e senso di esplorazione. — La fig. 67 rappresenta schematicamente il dispositivo esploratore a presa diretta oggi più in uso. Esso consiste generalmente in una sorgente lumi-

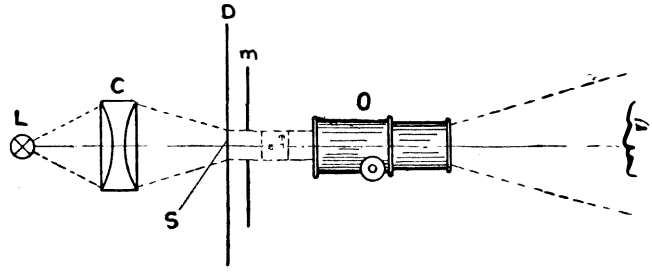



Fig. 67.
Dispositivo esploratore a presa diretta.

*L*, sorgente luminosa; *C*, condensatore; *D*, maschera esploratrice; *m*, maschera limitatrice; *S*, area a manifestazione istantanea apparente; *O*, obiettivo.

nosa *L* la cui luce, a mezzo del condensatore ottico *C*, viene concentrata sul dispositivo esploratore *D* e da questo, attraverso ad una maschera *m*, limitatrice della superficie da esplorare e l'obiettivo *O*, viene inviata sul soggetto, o parte di esso, che si desidera trasmettere.

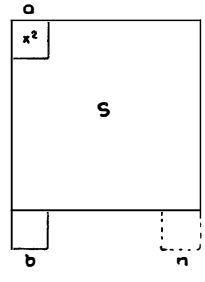



Fig. 68.

La funzione del dispositivo *D* consiste quindi nel trasformare l'area *S* (fig. 68) in un'area illuminata a manifestazione istantanea apparente. Ora, se si immagina che il dispositivo *D* sia composto da una maschera provvista di un foro di sezione $x^2$, che possa essere mobile secondo il noto ordine di esplorazione e qualora il percorso del foro $x^2$ da *a* ad *n* duri meno di $^1/_{12}$ di secondo, allora la superficie *S* della maschera *m* diventa una superficie illuminata a manifestazione istantanea apparente.

Analizzando per fasi il formarsi di questa superficie apparente e supponendo, per maggiore chiarezza, che sia scomposta in sole 16 aree elementari, l'intera esplorazione sarà perciò fatta nelle quattro fasi *A*, *B*, *C* e *D* (fig. 69). Più precisamente nella fase *A* il movimento del foro $x^2$ della maschera *D* traccerà sulla superficie *S* della maschera limitatrice *m* una striscia luminosa da *a* verso *b*, nella

fase $B$ da $a_1$ verso $b_1$, nella fase $C$ da $a_2$ verso $b_2$ e nella fase $D$ da $a^3$ verso $b^3$, in modo da illuminare completamente detta superfice $S$ qualora la velocità del movimento sia tale che il percorso del foro esploratore $x^2$ sull'intera superfice $S$ duri meno di $^1/_{12}$ di secondo.

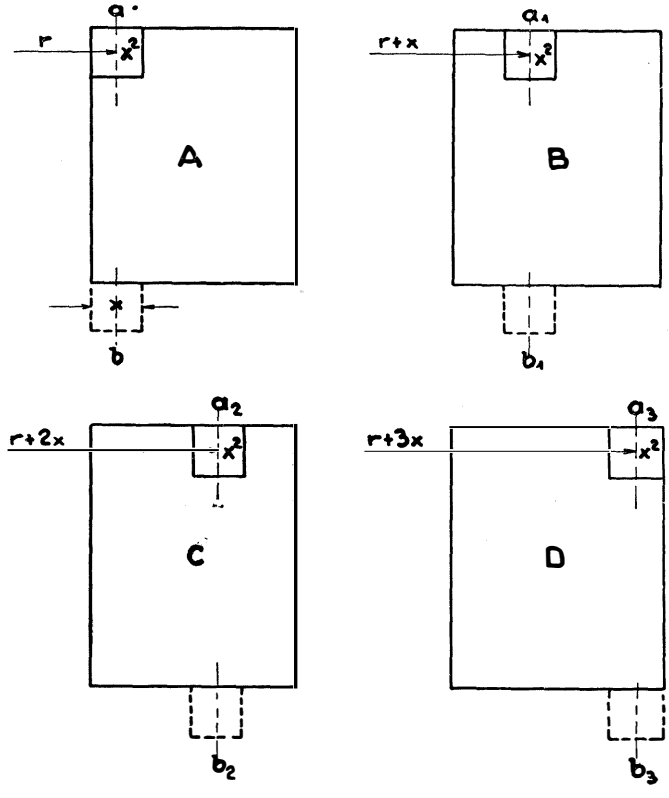



Fig. 69.
Alcune fasi di esplorazione rettilinea.

Ora, per dare alla maschera $D$ e quindi al suo rispettivo foro esploratore $x^2$ il movimento d'esplorazione menzionato, occorre dotare la maschera stessa di un meccanismo adatto allo scopo.

Uno di questi meccanismi ed anche il più semplice, è il disco esploratore di Nipkow.

Infatti, un disco girevole $D$ (fig. 70) provvisto di quattro fori di sezione $x^2$ disposti a 90° fra di loro e piazzati a distanza dal centro

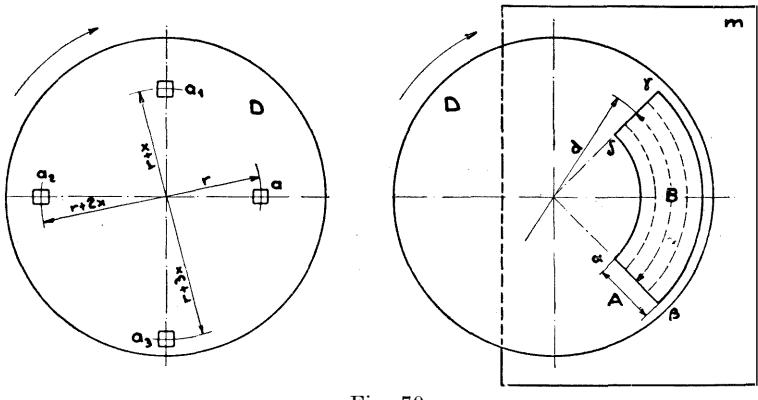



Fig. 70
Disco esploratore di Nipkow.

rispettivamente di $r$, $r + x$, $r + 2\,x$ e $r + 3\,x$ (vedi anche fig. 69),

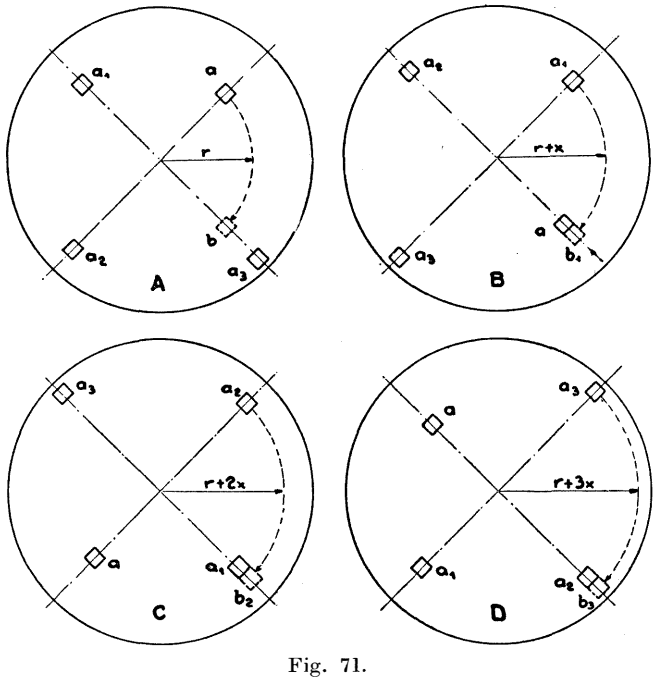
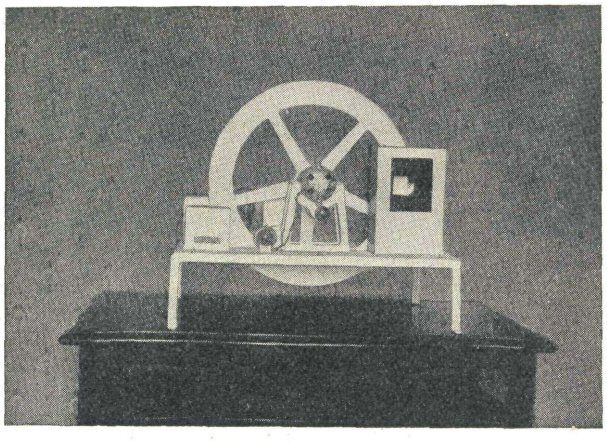



Fig. 71.
Alcune fasi di esplorazione circolare.

serve benissimo allo scopo. La fig. 71 rappresenta appunto le fasi $A$, $B$, $C$ e $D$ di esplorazione durante un giro del disco.

È evidente poi che per ogni giro del disco si ha una esplorazione intera della superficie $S$ della maschera limitatrice $m$ la quale in questo caso non è più rettangolare ma acquista la forma di un settore circolare limitato dagli spigoli $\alpha$, $\beta$, $\gamma$, $\delta$, e che s'avvicinerà tanto di più alla superfice rettangolare quanto maggiore sarà il numero di fori e il diametro del disco.

Particolare importanza sulla qualità di una esplorazione eseguita col disco di Nipkow, acquista la forma del foro esploratore. Da esperienze eseguite infatti, si è constatato che un disco a fori



Televisore ricevente a disco di Nipkow visto di fronte.

esploratori quadrati [1], dà delle immagini più uniformi che non un disco a fori rotondi pur conservando per ambedue lo stesso numero di fori.

Questo fatto è facilmente spiegabile qualora si pensi che la stessa area elementare del foro esploratore può essere ancora suddivisa in aree elementari minori.

Nel caso dunque di un foro esploratore a sezione rotonda (fig. 72 *a*), il movimento delle aree elementari minori, dalla posizione 1 alla posizione 2 del foro esploratore, non risulta rettilineo ma bensì

[1] È da osservare però che il foro quadrato esige una lavorazione di grande precisione. Altrimenti conviene adottare il foro rotondo od esagonale ed eseguendo le rispettive dimensioni un po' maggiori di quelle teoriche (ved. § 55).

curvilineo secondo il semicerchio $\alpha\ \beta\ \gamma$, in modo che considerato un qualunque istante (p. es., l'istante $x$) la distribuzione delle aree elementari secondarie non è uniforme. Per conseguenza anche il dettaglio che il foro esploratore scopre nell'istante $x$ non risulterà uniformemente illuminato con l'effetto di velare il dettaglio stesso. Questo invece non si verifica col foro a sezione quadrata o rettangolare inquantochè istante per istante la distribuzione delle aree elementari minori risulta costantemente rettilinea a tutto vantaggio della uniformità d'illuminazione dell'area stessa (fig. 72 *b*).

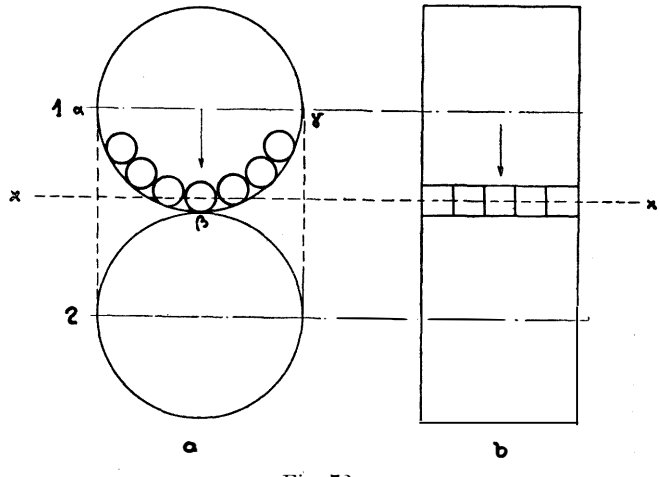



Fig. 72.
L'influenza della forma del foro esploratore sulla uniformità di distribuzione della densità luminosa.

Inoltre, come si vedrà più avanti nella descrizione dei dispositivi di sincronismo, il foro quadro si presta molto meglio all'utilizzazione della frequenza di base quale segnale sincronizzante, che non il foro rotondo.

Per quanto concerne invece il senso di esplorazione, si è trovato che l'esplorazione del soggetto nel senso verticale è migliore di quella eseguita in senso orizzontale, perciò è preferibile che il movimento del raggio esploratore sia dall'alto in basso, piazzando a questo scopo, la maschera limitatrice $m$ come è visibile nella fig. 73.

Anche questo fatto è facilmente spiegabile qualora si pensi,

specie per le attuali trasmissioni di mezzibusti, che i lineamenti di un viso offrono maggiore contrasto di luce ad un raggio esploratore che lo percorra nel senso parallelo alla linea del naso che non in senso ortogonale a detta linea.

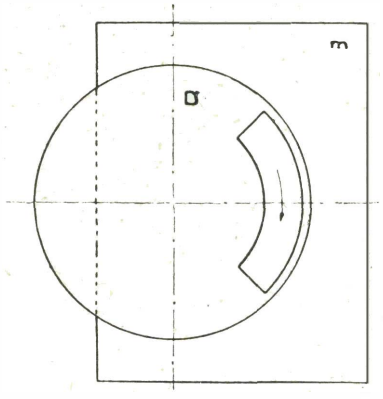
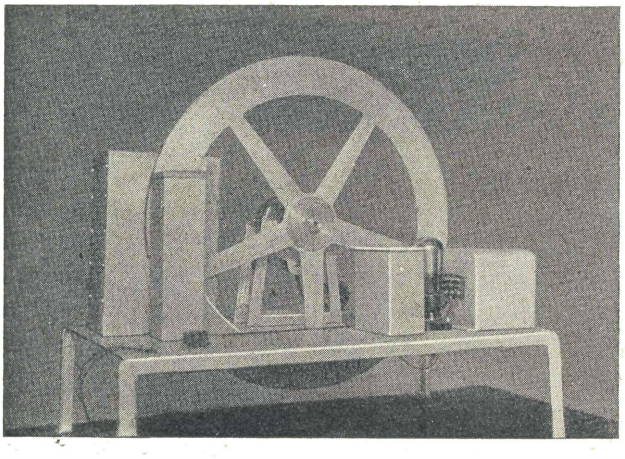



Fig. 73.
Per $N_a < 5000$ è preferibile il senso di esplorazione verticale.

Infatti, esplorando in quest'ultimo senso, la ricostruzione dell'immagine nel ricevitore risulta deformata e meno ricca di contrasti.

Ora questo difetto è dovuto, in fondo, allo scarso numero di aree elementari con il quale attualmente si esplorano le immagini, poichè da esperienze eseguite con immagini esplorate con un elevato numero di aree elementari la differenza fra l'esplorazione in



Televisore ricevente a disco di Nipkow visto posteriormente.

senso verticale e quella in senso orizzontale diventava tanto meno sensibile quanto maggiore era il numero di aree elementari.

§ 29. NASTRO ESPLORATORE, TAMBURO ESPLORATORE. — Dall'originale disco di Nipkow, si sono escogitati altri dispositivi meccanici atti a creare il raggio esploratore.

Fra questi il più semplice è « il nastro esploratore » (fig. 74) in cui i fori esploratori anzichè essere disposti lungo la corona di un disco, sono sistemati lungo un nastro flessibile *N* chiuso su se stesso ; *m* è la solita maschera limitatrice dell'immagine.

Evidentemente il nastro esploratore di fronte al disco presenta il vantaggio di avere un'immagine rettangolare, ma anche questo

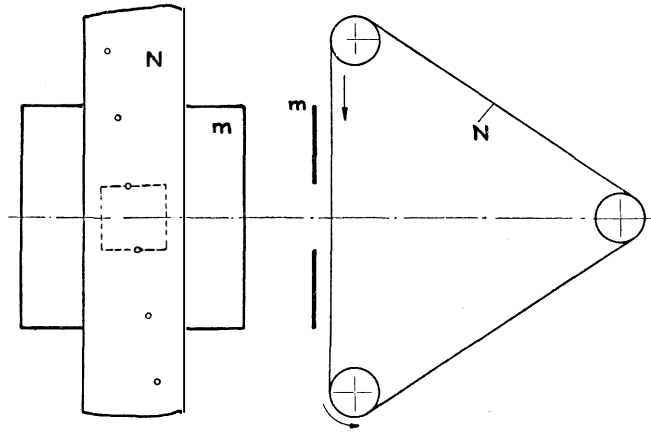



Fig. 74.
Nastro esploratore.

solo vantaggio scompare per le difficoltà costruttive che presenta la realizzazione del dispositivo a nastro esploratore e che lo hanno sinora scartato da qualsiasi applicazione industriale.

Disponendo invece i fori esploratori lungo il mantello di un tamburo cilindrico si ottiene il « tamburo esploratore ». Anche questo dispositivo però, oltre che presentare l'inconveniente di un'immagine rettangolare ma più o meno convessa a seconda del diametro del tamburo, non si presta affatto bene al piazzamento, nel suo interno, della sorgente luminosa nel caso di un tamburo trasmettitore, oppure del relais luminoso nel caso di un tamburo ricevitore.

Per gli stessi motivi eguale insuccesso pratico presenta il tam-

buro a spirali multiple del Jenkins, sebbene un simile tamburo risolva in parte il problema di aumentare la dimensione $A$ dell'immagine senza aumentare il diametro del tamburo stesso, ma bensì allargandone la fascia, ciò che non è invece possibile nel disco esploratore inquantochè un aumento della dimensione $A$, anche utilizzando più spirali come fa lo Jenkins, comprende un relativo aumento del diametro $D$ del disco.

§ 30. Esplorazione a dischi incrociati, a nastri incrociati e a dischi sovrapposti. — La fig. 75 illustra un dispositivo esploratore a due « dischi incrociati » provvisti di determinate aperture radiali. Evidentemente, affinchè si verifichi il noto senso di esplorazione, il disco $D_2$ deve fare $n.n_i$ giri rispetto al disco $D_1$ che gira a $n$ giri e dove $n_i$ è il numero degli intagli di un solo disco.

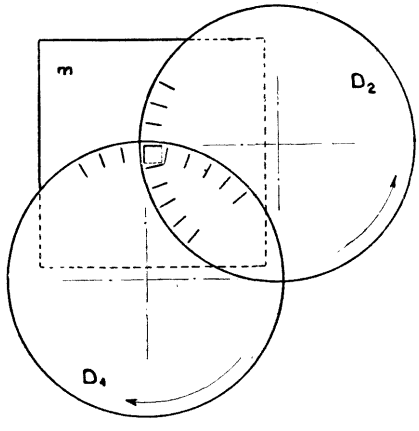


Fig. 75.
Esplorazione a dischi incrociati.

In questo dispositivo la lunghezza dell'intaglio del disco $D_2$ determina la dimensione $A$ dell'immagine, quella del disco $D_1$ determina la dimensione $B$; mentre la larghezza dei rispettivi intagli determina i lati dell'area elementare.

Anche questo dispositivo, oltre che non offrire particolari vantaggi di fronte al comune disco esploratore, presenta difficoltà ben evidenti che si oppongono ad una razionale realizzazione pratica.

Gemello a questo dispositivo è il dispositivo utilizzante due « nastri esploratori incrociati » anzichè due dischi incrociati (fig. 76). Ma anche questo dispositivo, ancora più complesso di quello succitato, non presenta particolari vantaggi degni di considerazione.

Un altro dispositivo esploratore può essere realizzato sovrapponendo due dischi, uno dei quali è provvisto di un'apertura eseguita a spirale e l'altro di un intaglio eseguito radialmente (figg. 77 *a* e 77 *b*).

Per ogni giro del disco $D_2$ il disco $D_1$ deve ruotare di un angolo corrispondente a $360°/\alpha$, dove $\alpha$ è l'angolo dell'intaglio.

Per ogni giro del disco $D_2$ quindi, l'intaglio del disco $D_1$ risulta esplorato per punti, in modo che quando il disco $D_1$ avrà eseguito un intero giro, tutta la superficie $d^2\pi/4$ risulterà così esplorata per punti. Con questo dispositivo l'area esplorata è racchiusa nel cerchio di diametro $d$, mentre l'area elementare è data dal prodotto della larghezza dell'intaglio proprio alla spirale, per la larghezza dell'intaglio radiale. Evidentemente l'area elementare non è una superficie di valore costante, ma è variabile da un minimo ad un massimo per ogni giro del disco $D_2$ e più precisamente è minima quando l'intaglio scopre il principio della spirale ed è invece massima quando l'intaglio ne scopre la fine.

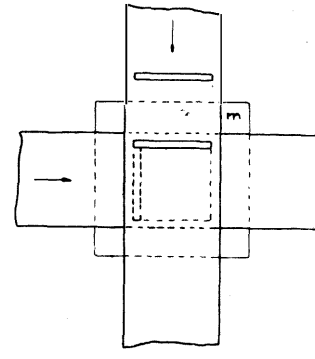


Fig. 76.
Esplorazione a nastri incrociati.

Per conseguenza, pur non variando il numero delle aree ele-

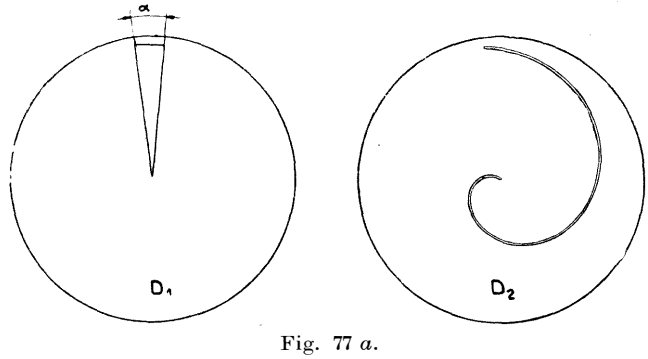



Fig. 77 *a*.
Esplorazione a dischi sovrapposti.

mentari, considerando un qualunque diametro fra zero e $d$, i dettagli dell'immagine che si trovano verso il centro del disco risulteranno molto più chiari che non quelli trovantisi verso la periferia del disco.

Questo svantaggio, ed il dispositivo meccanico troppo com-

plesso occorrente per far girare i due dischi, rendono anche questo sistema poco accettabile per la industrializzazione del televisore.

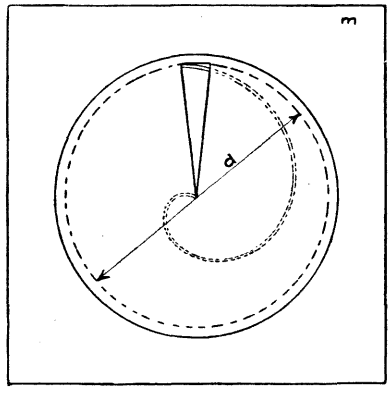



Fig. 77 *b*.
Esplorazione a dischi sovrapposti.

§ 31. Tamburo a specchi rotanti (Ruota a specchi di Weiller). — La fig. 78 illustra ancora un dispositivo esploratore il quale, a differenza di quelli sinora citati e per i quali, nella maniera ben nota, è sempre necessario illuminare tutta l'area limitatrice che scopre il dispositivo esploratore, può creare invece una area illuminata a manifestazione istantanea apparente utilizzando una sorgente luminosa in modo che dia un solo fascio luminoso di sezione eguale all'area elementare, e che appositi specchi rotanti

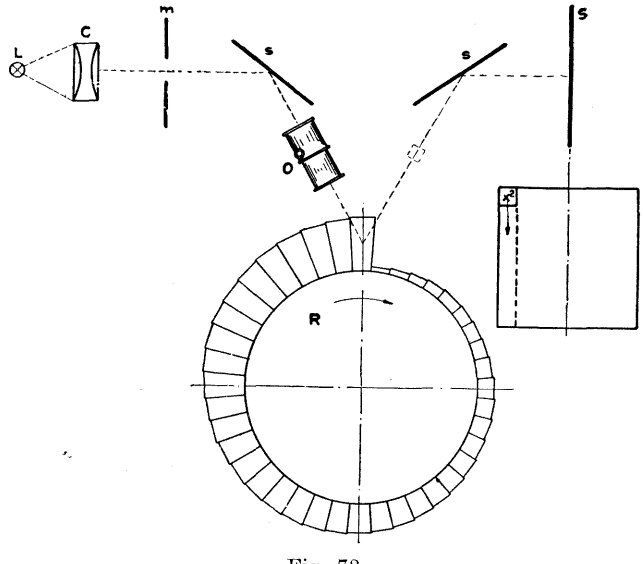



Fig. 78.
Dispositivo esploratore a specchi rotanti.

*L*, sorgente luminosa; *C*, condensatore; *m*, maschera limitatrice; *s*, specchi; *S*, schermo; *R*, ruota a specchi; *O*, obiettivo.

riflettono su di uno schermo facendogli descrivere il movimento di esplorazione.

Allo scopo detti specchi vengono registrati su di una apposita ruota (figg. 78 e 79) in maniera che fra uno specchio ed il prossimo ci sia quella necessaria differenza di inclinazione per spostare sullo schermo il raggio esploratore esattamente di un'area elementare.

Il movimento di esplorazione quindi viene ottenuto «orizzontalmente» per l'effetto dell'inclinazione continua esistente fra specchio e specchio, e «dall'alto in basso» per l'effetto di rotazione di ogni singolo specchio, inquantochè la sola rotazione è sufficiente per far variare l'angolo di incidenza nel raggio esploratore.

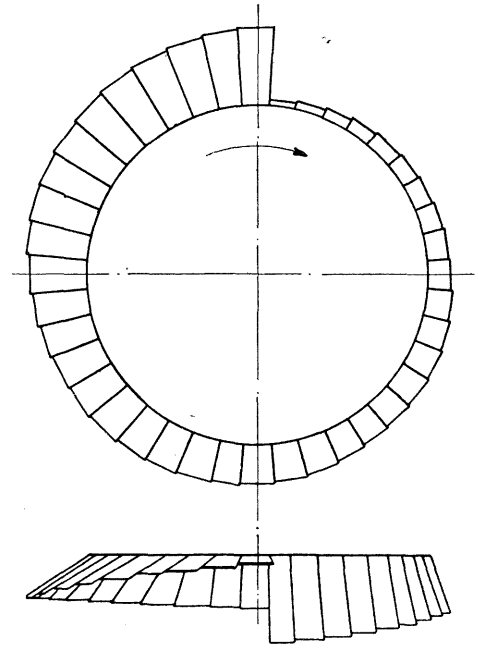


Fig. 79.
Schema della ruota a specchi.

Come per il disco esploratore, per ogni giro della ruota corrisponde un'esplorazione intera, ed il numero di fori del disco equivale al numero di specchi della ruota. Le stesse considerazioni che si sono già fatte per il disco valgono anche per la ruota a specchi.

Come si è già menzionato, questo dispositivo esploratore presenta, di fronte al disco, il vantaggio di poter usare per i trasmettitori sorgenti luminose molto meno intense, mentre nei ricevitori è possibile sfruttare quasi tutta la luce prodotta dal relais luminoso. Per contro anche questo dispositivo usato come ricevitore risulta, almeno per ora, troppo ingombrante per essere un apparecchio domestico, a causa delle distanze piuttosto rilevanti che evidenti ragioni ottiche obbligano ad osservare fra le varie parti componenti.

§ 32. SPIRALE A SPECCHI (F. v. OKOLICSANYI). — Un compromesso fra il disco di Nipkow e la ruota a specchi è la spirale a specchi. Infatti, se col disco di Nipkow si utilizza solo la $1/N_a^{ma}$ parte della luce che arriva sul disco, e nella ruota a specchi si utilizza tutta questa luce, nella spirale a specchi invece è possibile utilizzare 1/Nf della stessa luce totale se con *Nf* si indica il numero di fori dell'equivalente disco di Nipkow.

La spirale a specchi consta di una serie di specchietti piani montati a spirale sul mantello di un cilindro (fig. 80). A ciascun specchietto è affidato il compito (analogamente ai singoli fori del disco esploratore) di esplorare una riga dell'immagine in modo che ad ogni giro del cilindro corrisponde un'esplorazione intera. La sorgente luminosa nel trasmettitore e rispettivamente il relais lu-

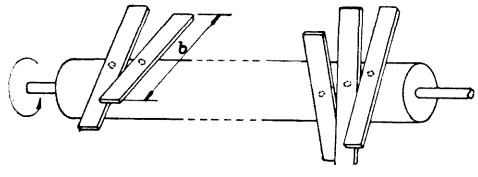


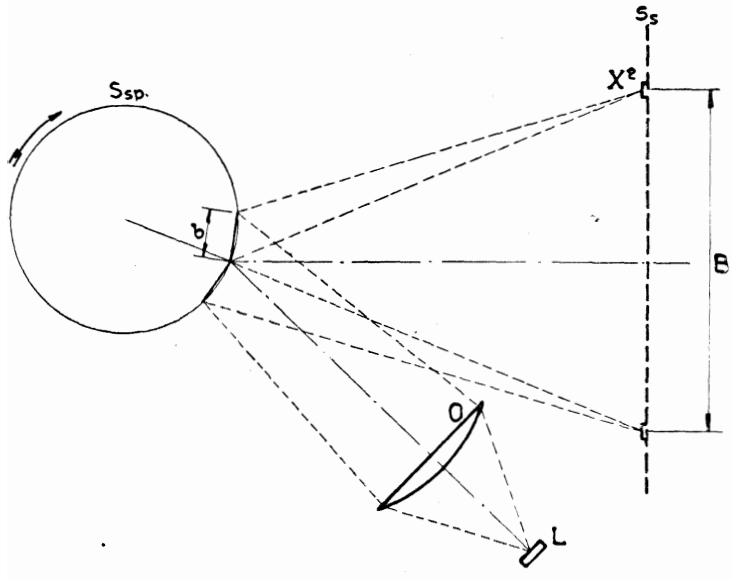

Fig. 80.
Spirale a specchi.

minoso nel ricevitore, devono essere di origine tale da poter dare quale immagine di esse un'area quadrata oppure rotonda a seconda che l'area esploratrice debba essere quadrata o rispettivamente rotonda.

Da un confronto delle caratteristiche meccaniche del disco con quelle della spirale a specchi risulta che il numero degli specchi corrisponde al numero di fori, e le dimensioni «*b*» dello specchietto ed «*a*» del cilindro (fig. 80) corrispondono rispettivamente alle dimensioni *B* ed *A* dell'immagine del disco.

L'analisi poi del funzionamento di un dispositivo esploratore che utilizzi una spirale a specchi è resa più facile osservando la figura 81. Infatti dalla stessa figura risalta il vantaggio di poter ottenere con una spirale di minimo ingombro e sfruttando una buona disposizione ottica delle parti, delle immagini eguali in grandezza e più luminose di quelle ottenibili con un disco di 50 cm. di diametro.

A parte questo vantaggio però e considerando il costo della



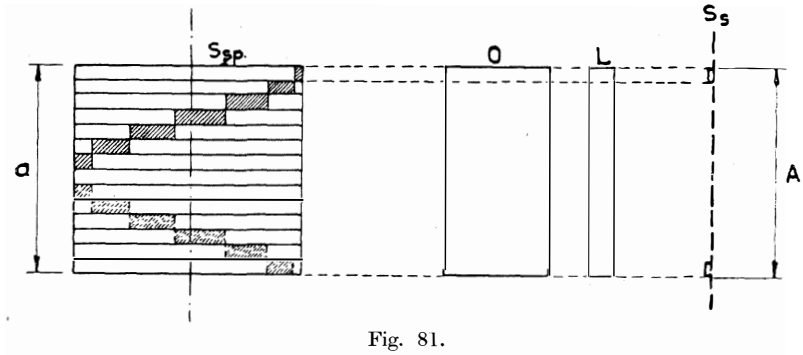




Fig. 81.
Dispositivo esploratore con spirale a specchi.
*L*, sorgente luminosa; $S_{sp}$, spirale a specchi; *S*, schermo; ●, obiettivo.

spirale a specchi e dei relativi accessori ottici, qualora si consideri il lato economico, neanche questo dispositivo non ha pregi sufficienti per essere preferito alla ruota a specchi o al disco.

§ 33. Dispositivi esploratori statici. — Generalità. — Tubo a raggio catodico (tubo di Braun). — I dispositivi esploratori meccanici in generale, hanno sempre delle masse in moto e, come si vedrà in seguito, la difficoltà di mantenere il sincronismo fra trasmettitore e ricevitore è tanto maggiore quanto più grandi sono dette masse.

L'idea quindi, di poter usare quale dispositivo esploratore un complesso privo di rilevanti masse in movimento per la sincronizzazione delle quali fossero sufficienti delle energie sincronizzanti limitate, occupava la mente dei pionieri fin dall'inizio della televisione.

Taluni infatti concentrarono senz'altro i loro studi sul tubo di Braun ottenendo risultati sempre più incoraggianti e tali da indurre attualmente anche quella parte di tecnici, che in un primo tempo si erano soffermati sui dispositivi esploratori meccanici, ad abbandonare quest'ultimi dando la preferenza al tubo a raggio catodico.

Il tubo di Braun quindi si è rivelato il dispositivo esploratore statico per eccellenza ed ai dispositivi esploratori a raggio catodico spetta perciò il compito di apportare un radicale perfezionamento agli apparecchi televisori.

Come proprietà generali di un dispositivo esploratore a raggio catodico è utile ricordare, che anche in questo dispositivo, come nei dispositivi meccanici, si ha sempre un'area esploratrice la quale però, nei dispositivi statici, può essere sia mobile che fissa. Generalmente si ha l'area esploratrice fissa nei tubi trasmettitori e l'area esploratrice mobile nei tubi ricevitori. Di somma importanza specie nei primi è il concetto « d'immagine elettronica » poichè essa rappresenta la base fondamentale per quanto concerne l'intimo funzionamento di un tubo a raggio catodico.

Con il tubo di Braun infatti, si possono formare immagini elettroniche a manifestazione istantanea (area esploratrice fissa) oppure immagini elettroniche a manifestazione istantanea apparente (area esploratrice mobile) in maniera teoricamente analoga a quella usata nei dispositivi esploratori meccanici. Prima però di introdurre il lettore nei dettagli delle parti che servono a realizzare l'esplorazione catodica, si crede utile di ricordare il funzionamento del tubo di Braun.

Allo scopo, la fig. 82 illustra un normale tubo di Braun il cui funzionamento è il seguente.

Il filamento « *f* », reso incandescente da una batteria di accensione, emette elettroni. L'anodo « *a* », al quale si è comunicato un elevato potenziale positivo rispetto al filamento, ha una forma cilindrica in modo che parte degli elettroni, da lui attratti, riescono a sfuggire fuori dall'anodo stesso formando una specie di pennello elettronico (raggio catodico) il quale vieppiù divergendo va a colpire la calotta di fondo del tubo. Spalmando l'interno di quest'ultima di una sostanza che diventi fluorescente all'azione del bombarda-

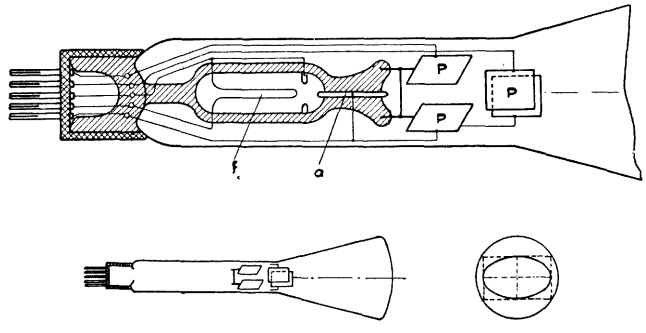



Fig. 82.
Tubo a raggio catodico (tubo di Braun).
*a*, anodo; *P*, placche direttrici; *f*, filamento.

mento elettronico [1], sulla calotta stessa il raggio catodico provoca un punto luminoso di area eguale a quella che ha la sezione del raggio in prossimità della calotta. Immediatamente dopo all'anodo trovano posto due coppie di placche « *P* , *P* » fra loro ortogonali e fra le quali passa il raggio catodico. Se si comunica quindi a ciascuna coppia una d. d. p., il rispettivo campo elettrostatico che così si produce, influenza il raggio catodico e lo fa deviare con ampiezza e direzione dipendenti dall'intensità del campo e dalla direzione di quest'ultimo.

In altre parole il raggio catodico si comporta similmente ad un

[1] Solfato di zinco, silicato di zinco, tungstato di calcio oppure miscele di queste sostanze a seconda che si desideri una più o meno elevata densità luminosa ed una più o meno lunga persistenza del punto luminoso dal cessare dell'eccitazione.

corpo il quale viene sollecitato a muoversi da forze fra loro ortogonali e che assume perciò istante per istante la direzione e l'intensità della risultante delle due componenti.

Se si applica quindi al primo ed al secondo paio di placche una tensione ad andamento sinusoidale il raggio catodico è obbligato descrivere sulla calotta una mezza cosinusoide (fig. 83 *a*). Applicando al primo paio una tensione sinusoidale ed al secondo la stessa tensione ma sfasata di 90° sulla prima, il raggio catodico descrive invece un cerchio (fig. 83 *b*). Se poi le ampiezze delle due tensioni sono diverse, pur rimanendo fra loro sfasate di 90°, il cerchio diventa allora un'ellisse più o meno schiacciata a seconda della differenza esistente fra dette ampiezze (fig. 83 *c*).

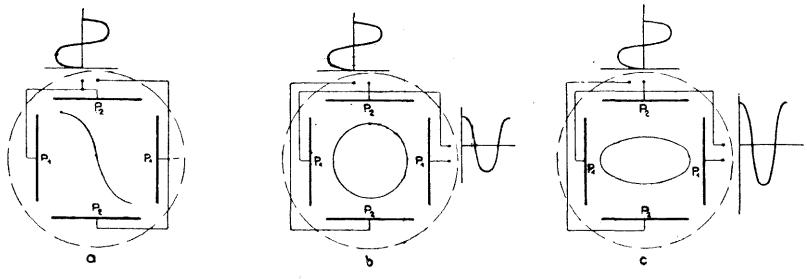



Fig. 83.
Il tubo di Braun impiegato quale oscillografo.

Altre numerose combinazioni si possono ancora trarre applicando alle placche potenziali più o meno sfasati fra di loro, di frequenza eguale o diversa ecc. ecc. che qui non è il caso di esporre poichè si entrerebbe nello studio dell'applicazione del tubo di Braun quale oscillografo, che esula dallo scopo del libro.

Per il lettore sarà sufficiente ricordare che il raggio catodico può essere comunque pilotato e che avvenendo il fenomeno in un ambiente elettronico anche l'inerzia del tubo risulta praticamente trascurabile. Il raggio catodico dunque segue fedelmente frequenze elevatissime senza dar origine a fenomeni di sovrapposizione.

Evidentemente, all'azione del campo elettrico può essere sostituita quella del campo magnetico, qualora, come nel relais luminoso di Kerr, le frequenze di pilotaggio non siano così elevate da provocare fenomeni di sovrapposizione a causa del coefficiente di au-

toinduzione proprio alle bobine destinate a creare il campo magnetico di pilotaggio.

§ 34. Dispositivi esploratori a raggio catodico per televisori trasmettitori. — Per adoperare un tubo a raggio catodico quale dispositivo esploratore, il rispettivo raggio catodico, come un qualunque raggio esploratore, deve poter eseguire il noto movi-

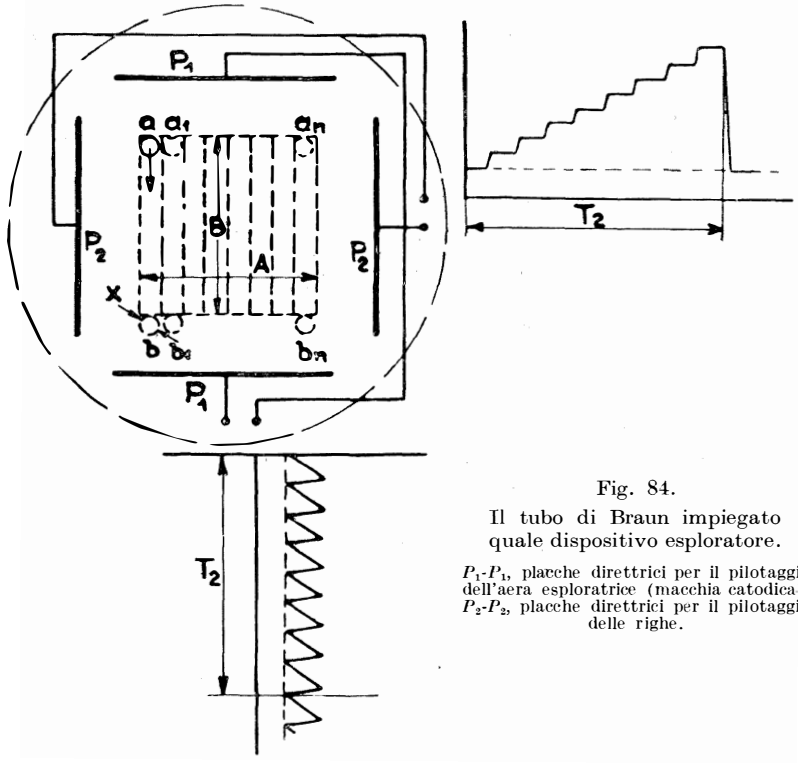



Fig. 84.
Il tubo di Braun impiegato quale dispositivo esploratore.

$P_1$-$P_1$, placche direttrici per il pilotaggio dell'aera esploratrice (macchia catodica); $P_2$-$P_2$, placche direttrici per il pilotaggio delle righe.

mento di esplorazione e dar quindi luogo sulla calotta del tubo ad un'area $A \cdot B$ (fig. 84) a manifestazione istantanea apparentemente.

Allo scopo, alle placche parallele al lato $A$ dell'area deve essere applicata una d. d. p. variabile con andamento a denti di sega (fig. 85, curva $\mathcal{E}_1$), ed alle placche parallele al lato $B$ dell'area deve essere applicata una d. d. p. variabile con andamento a gradini (fig. 85 curva $\mathcal{E}_2$).

Se $x$ (fig. 84) è il diametro dell'area elementare prodotta dal raggio catodico sulla calotta, « $f_1$ » ed « $f_2$ » le rispettive frequenze delle tensioni di pilotaggio $\mathcal{E}_1$ ed $\mathcal{E}_2$, affinchè si verifichi l'esplorazione, oltre alla condizione che $\mathcal{E}_1$ ed $\mathcal{E}_2$ siano fra loro in fase, deve sussistere la relazione.

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{A}{x} \tag{22}$$

La frequenza $f_2$ esprime in questo caso, il numero delle immagini

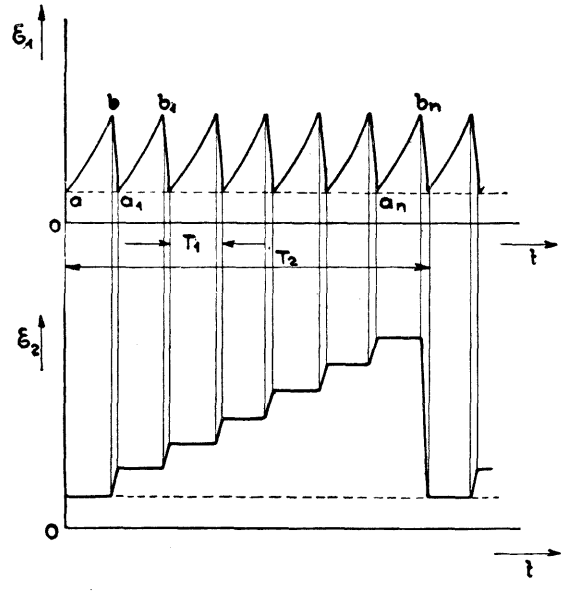



Fig. 85.
Oscillazioni rovesciate (multiformi).

$\mathcal{E}_1$, tensione a denti di sega per il pilotaggio dell'area esploratrice; $\mathcal{E}_2$, tensione a gradini per il pilotaggio delle righe.

al secondo pòichè ad ogni periodo $T_2$ corrisponde un'esplorazione intera. Supponendo ad esempio di esplorare con 15 immagini al secondo e scegliendo $A/x = 20$, la frequenza $f_1$ dovrebbero essere di 3000 per.

La frequenza $f_2$ viene anche chiamata « frequenza di pilotaggio delle righe », poichè provvede a spostare le righe dell'esplorazione,

mentre la $f_1$, la quale provvede invece a spostare l'area elementare per ciascuna riga, viene chiamata « frequenza di pilotaggio dell'area esploratrice ».

Premesso quindi di poter ottenere, con dispositivi adatti che si analizzeranno in seguito, le tensioni di pilotaggio $\mathcal{E}_1$ ed $\mathcal{E}_2$ alle frequenze desiderate, non rimane ora che da esaminare le varie possibilità di applicazione del tubo a raggio catodico negli apparecchi trasmettitori di televisione.

Pertanto con il normale tubo di Braun usato quale dispositivo esploratore in un apparecchio trasmettitore di televisione, a causa

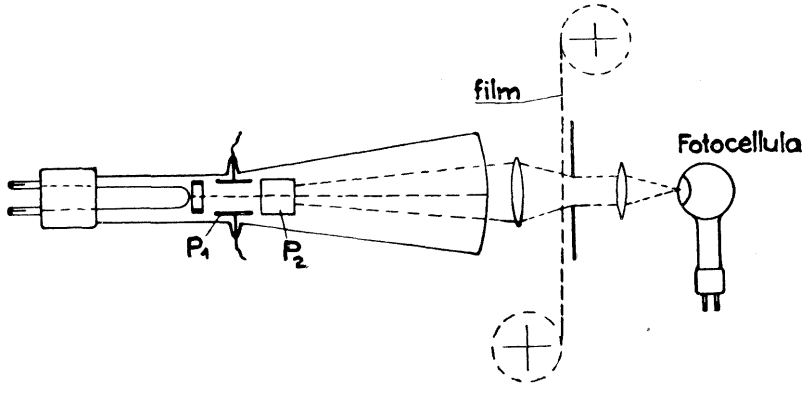



Fig. 86.
Trasmettitore a raggio catodico per film.

della scarsa luce che può produrre il raggio catodico sulla calotta [1], non è possibile di poter illuminare sufficientemente un soggetto, cioè in modo da permettere l'eccitazione delle cellule per luce riflessa; è invece possibile l'eccitazione per luce diretta e che permette quindi la trasmissione di films (fig. 86).

Vari pionieri però hanno costruito dei tubi speciali per poter applicare l'esplorazione a raggio catodico anche a scene e soggetti dal vero. Fra le costruzioni più interessanti in questo senso risalta il recente tubo a raggio catodico ideato ed esperimentato dall'americano P. Farnsworth e da lui chiamato « Dissector Tube ».

---

[1] Densità luminosa della macchia catodica (area esploratrice): = 600 CH/cm².

Il funzionamento di questo tubo si basa sul concetto dell'immagine elettronica la quale, giova aggiungere, lascia certamente intravedere sicuri ed ulteriori sviluppi della radiovisione in maniera molto più perfetta che non con gli attuali sistemi meccanici di esplorazione. È indispensabile perciò a questo punto, aprire una piccola parentesi sul concetto di immagine elettronica.

Allo scopo quindi si consideri la fig. 87 dove in un tubo di vetro contenente gli elettrodi « *C* » ed « *A* » si sia praticato il vuoto spinto. *C* (catodo) è uno specchio metallico il quale, dalla parte rivolta verso l'elettrodo *A*, è ricoperto da un sottile strato di sostanza fotoelettrica ; *A* (anodo) è una griglia formata da filo di wolframio

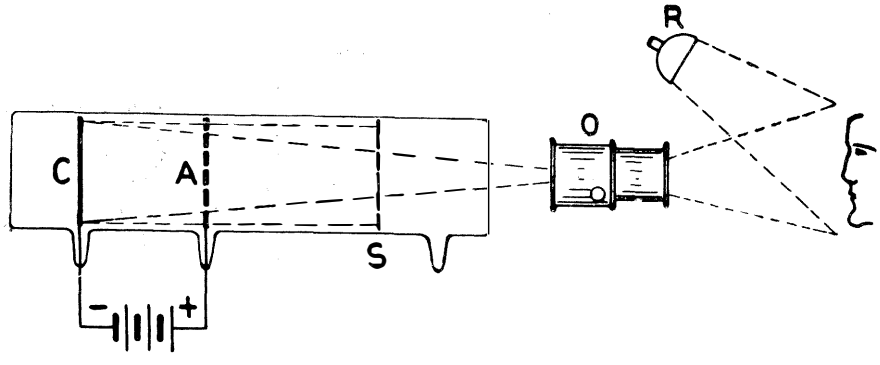



Fig. 87.
Dispositivo per la manifestazione dell'immagine elettronica.

molto sottile (1/100 mm.). Se si comunica all'elettrodo *A* un elevato potenziale positivo rispetto all'elettrodo *C*, il complesso si comporta in maniera del tutto analoga al funzionamento di una cellula fotoelettrica.

Supponendo infatti di proiettare sul catodo *C* un raggio di luce, questo libera nel punto corrispondente un certo numero di elettroni i quali vengono immediatamente attratti dall'anodo *A* e, data la speciale costruzione di quest'ultimo, la massima parte di essi riescono a sfuggire generando un fascio elettronico o raggio catodico, di sezione corrispondente a quella del raggio luminoso, e che va a colpire la calotta di fondo del tubo.

Ora, se al posto di un raggio luminoso si proietta sul catodo un'immagine qualunque, per ciascun punto di essa si otterrà eviden-

temente una differente intensità di emissione a seconda che quel dato punto rappresenta un dettaglio più o meno luminoso dell'immagine stessa. Di conseguenza, data l'attrazione che esercita costantemente l'anodo sugli elettroni, dopo l'anodo stesso si otterranno tanti raggi elettronici quanti sono i punti luminosi dell'immagine e ciascuno di questi raggi avrà un'intensità elettronica proporzionale alla densità luminosa del rispettivo punto luce dell'immagine sul catodo $C$.

Facendo dunque una sezione trasversale ($S$) del fascio elettronico totale dopo l'anodo $A$, la sezione stessa rappresenta appunto la cosidetta « immagine elettronica » della proiezione in $C$ poichè supponendo di poter piazzare sul percorso del fascio uno schermo fluorescente ad esso normale, sullo schermo stesso, si manifesterebbe senz'altro la stessa immagine che si proietta in $C$.

È ovvio aggiungere che l'immagine che si proietta può anche essere a soggetti mobili e che l'immagine elettronica è in ogni istante fedele alla originale inquantochè l'inerzia del fenomeno è praticamente nulla.

All'immagine elettronica poi, si possono applicare le stesse considerazioni fatte per le immagini ottiche, per modo che tutti i concetti già discussi riguardo quest'ultime immagini, valgono anche per le immagini elettroniche.

Per poter creare però una fedele immagine elettronica, s'incontra qualche difficoltà, poichè ciascun raggio elettronico non mantiene costante la sua sezione trasversale lungo il proprio percorso ma bensì essa aumenta leggermente coll'aumentare della distanza percorsa, e, più precisamente, il raggio elettronico assume la forma di un cono con una apertura di circa 5° e con il vertice sul catodo. Ad un simile inconveniente, dovuto a piccole forze trasversali di cui è animato l'elettrone all'uscita dal catodo e che prevalgono vieppiù che l'elettrone s'allontana dall'anodo, si rimedia in parte sottoponendo il fascio elettronico all'azione di un campo elettrico o magnetico di valore costante e di direzione parallela all'asse del tubo.

Ciò premesso dunque, il tubo di Farnsworth funziona in maniera analoga al tubo or ora descritto ed ha in più, allo scopo di raccogliere l'immagine elettronica, un terzo elettrodo $E_e$ (fig. 88) chiamato « elettrodo a bersaglio », che consiste in una piccola cellula foto-

elettrica sistemata nell'interno di un cilindretto metallico. Il pilotaggio del fascio elettronico è realizzato con due coppie di bobine $B_1$ e $B_2$ fra loro ortogonali, mentre l'armatura cilindrica $M$, portata ad un elevato potenziale positivo, obbliga, col suo campo equipotenziale, gli elettroni a formare una fedele immagine elettronica nel piano dove è sistemato l'elettrodo a bersaglio.

Il funzionamento del tubo è quindi il seguente (fig. 89).

L'immagine proiettata sul catodo $C$ origina nel piano in cui è posto l'elettrodo a bersaglio, una fedele immagine elettronica.

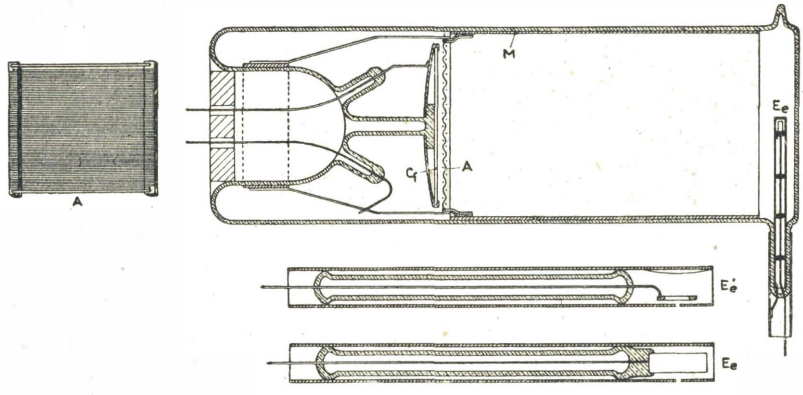



Fig. 88.

Forma costruttiva del tubo trasmettitore a raggio catodico di Farnsworth (Dissector-tube).

$C_f$, catodo fotoelettrico; $A$, anodo (+500 V); $M$, schermo elettrostatico; $E_c$, elettrodo a bersaglio diretto; $E'_e$, elettrodo a bersaglio indiretto.

Com'è visibile dal disegno costruttivo di fig. 88, l'elettrodo a bersaglio ha una piccola apertura di sezione eguale a quella dell'area elementare che si desidera ottenere. Per effetto delle bobine di pilotaggio l'intera immagine eseguisce il noto movimento di esplorazione in modo che attraverso all'apertura dell'elettrodo a bersaglio si ha un flusso elettronico di intensità variabile e proporzionale ai dettagli dell'immagine nell'ordine dell'esplorazione. Questo flusso elettronico variabile colpisce la sostanza fotoelettrica posta di fronte alla finestrina d'entrata e dà luogo ad una emissione elettronica secondaria la quale viene raccolta dal piccolo anodo a forma di anello.

Si ottiene quindi una corrente fotoelettrica secondaria la quale

segue le variazioni di flusso elettronico dell'area elementare elettronica similmente a quanto avviene nella cellula fotoelettrica che rileva e trasforma in variazioni elettriche le variazioni di luminosità dell'area esploratrice propria ad un qualunque dispositivo esploratore meccanico.

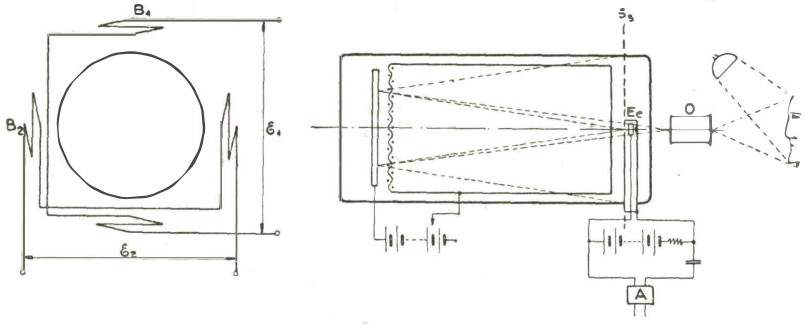



Fig. 89.
Trasmettitore Farnsworth.

$E_e$, elettrodo a bersaglio indiretto; $S_3$, piano ideale su cui si forma l'immagine elettronica della visione reale compresa nel campo dell'obiettivo $O$; $A$, preamplificatore; $E_1$, $E_2$, tensioni di pilotaggio dell'immagine elettronica; $B_1$, $B_2$, rispettive bobine di pilotaggio.

Con il Dissector Tube dunque, senza l'ausilio di parti meccaniche in movimento, è possibile esplorare l'immagine che deve

Tubo trasmettitore a raggio catodico di Farnsworth.

venir trasmessa e di trasformarla nel contempo, per mezzo dello stesso Dissector, in variazioni elettriche.

Questo tubo, perciò racchiude in sè, oltre al dispositivo esploratore anche la cellula fotoelettrica realizzando così un'apparecchio ideale per la trasmissione poichè le maggiori perdite ottico-meccaniche proprie ad un dispositivo esploratore meccanico vengono qui evitate.

§ 35. Dispositivi esploratori a raggio catodico per televisori ricevitori. — Per gli apparecchi riceventi è necessario che il tubo di Braun, oltre ad essere un dispositivo esploratore, sia anche un relais luminoso.

Per poter manifestare l'immagine è indispensabile infatti che contemporaneamente al movimento dell'area elementare abbia anche luogo la variazione di luminosità dell'area in maniera analoga a quanto avviene nel ricevitore a disco di Nipkow; perciò al pilotaggio del raggio catodico dovrà essere aggiunto un dispositivo che ne moduli l'intensità luminosa.

Fra i tubi esploratori che funzionano anche da relais luminosi vanno ricordati quello dello Zworykin e quello recentissimo del Farnsworth. Ambedue ed anche altri tipi speciali si differenziano

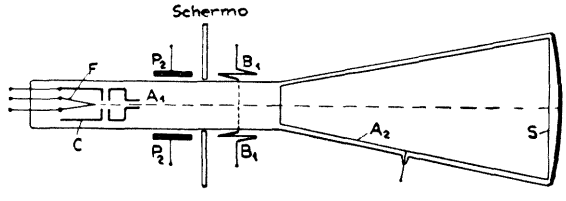



Fig. 90 *a*.
Tubo ricevitore a raggio catodico di Zworykin.

*F*, filamento; *C*, cilindro modulatore; $A_1$, anodo acceleratore (+ 300 V); $A_2$, anodo acceleratore e schermo elettrostatico (+3000 V); *S*, schermo fluorescente; $P_2$, $B_1$, placche e bobine di pilotaggio.

dal fondamentale tubo di Braun per la speciale forma costruttiva che occorre dare agli elettrodi per poter ottenere un raggio catodico a sezione costante e convenientemente modulabile.

Lo Zworykin ha risolto soddisfacentemente il problema costruendo degli elettrodi di forma speciale e disponendoli com'è illustrato nella fig. 90 *a*. È ben visibile il catodo *F* costituito dal solito filamento ad ossido il quale però, a differenza del normale tubo di Braun, è sistemato nell'interno di un cilindro metallico *C* in modo che la corrente elettronica può passare solamente attraverso ad un forellino praticato nel disco di chiusura del cilindro stesso; applicando quindi a quest'ultimo il potenziale modulatore, si ottiene la modulazione della corrente elettronica nella stessa maniera come il potenziale variabile della griglia di un triodo modula la corrente elettronica placca-filamento.

Dal cilindro $C$ gli elettroni attratti dal primo anodo $A_1$, il quale è sottoposto alla tensione acceleratrice di $+300$ V rispetto al filamento, attraversano la prima apertura e buona parte di essi riescono a sfuggire dal tubetto che segue originando il raggio catodico.

Gli elettroni di quest'ultimo però, dopo aver lasciato il primo anodo $A_1$, hanno una velocità piuttosto piccola e di ciò lo Zworykin ne approfitta per poter pilotare il raggio catodico spendendo solo una piccola potenza di pilotaggio prodotta a mezzo della solita coppia di placche ($P_2$) e bobine ($B_1$) direttrici.

Dopo il pilotaggio, gli elettroni del raggio catodico vengono sottoposti all'azione acceleratrice del secondo anodo $A_2$ il quale, portato ad una tensione di $+3000$ V rispetto al filamento, fa assumere agli elettroni la velocità di 30000 Km/sec.

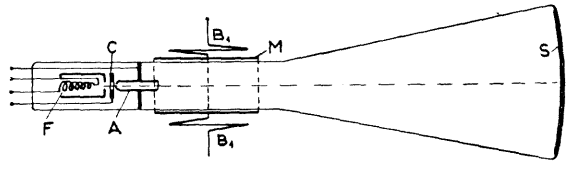



Fig. 90 *b*.

Tubo ricevitore a raggio catodico di Farnsworth (Oscillite).

*F*, filamento; *C*, anello modulatore; *A*, anodo acceleratore (+3000 V); *M*, schermo elettrostatico; *S*, schermo fluorescente; $B_1$, bobine di pilotaggio.

Poichè gli elettroni percorrono 2/3 del tubo a questa velocità, la corrispondente inerzia risulta praticamente nulla.

L'anodo $A_2$ per la sua forma speciale agisce poi elettrostaticamente sul raggio catodico, mantenendo praticamente costante la sezione lungo il suo percorso.

Lo schermo fluorescente ha un diametro di circa 17 cm. e consiste di un sottile strato di willemit il quale, mediante un speciale procedimento, è dotato di un debole potere conduttivo affinchè le cariche luminose causate dal raggio catodico possano venir più facilmente deviate.

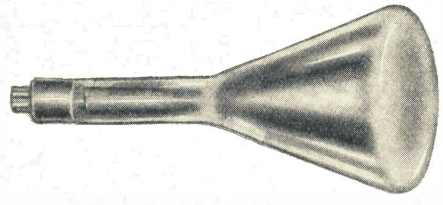
La fig. 90 *b* rappresenta invece il tubo ricevente del Farnsworth il quale differisce sotto parecchi punti di vista da quello dello Zworykin.

Infatti, com'è visibile dalla figura, il catodo $F$ è costituito da un filamento a forma di spirale restringente ed è ricoperto di ossido

solo nella parte interna della spirale di modo che già il catodo stesso funge da guida alla corrente elettronica e la converge in un punto chiamato fuoco elettronico; la protezione cilindrica intorno al filamento ha in questo caso la sola funzione di schermo ed è perciò portata allo stesso potenziale catodico.

L'elettrodo modulatore *C* è a forma di anello ed è piazzato fra il catodo e l'anodo e più precisamente nel fuoco elettronico della spirale catodica *F*.

L'anodo è a forma tubolare ed è sottoposto ad un potenziale



Tubo ricevitore a raggio catodico di Farnsworth.

acceleratore di + 2000 V rispetto al filamento. Infine, immediatamente dopo all'anodo ed all'esterno del tubo, sono piazzate le bobine direttrici per il pilotaggio del raggio catodico.

§ 36. Tensioni di pilotaggio. — Si è già visto quale andamento devono avere le tensioni che vengono applicate alle placche od alle bobine direttrici di un tubo a raggio catodico affinchè il raggio stesso descriva il movimento di esplorazione.

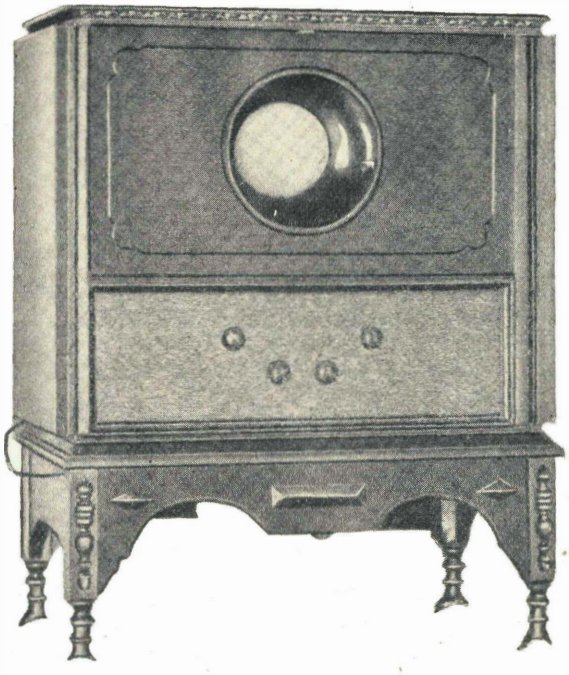
Ora, è doveroso osservare che per poter generare simili tensioni sono necessari dei dispositivi complicati i quali non rappresentano certamente l'ideale del dispositivo esploratore specie per gli apparecchi ricevitori. Inoltre nel creare dette tensioni bisogna poter realizzare anche un sistema di sincronismo che risulti semplice come apparecchiatura almeno nei ricevitori.

Non importa infatti che il trasmettitore risulti comunque complesso, mentre è di somma importanza che i ricevitori siano i più semplici possibili allo scopo di ottenere per essi un basso costo ed una certa sicurezza e stabilità di funzionamento.

L'esame quindi degli apparecchi necessari per generare le tensioni di pilotaggio è legato allo studio dei sistemi di sincronismo

per i dispositivi esploratori statici e si ritornerà perciò su questo argomento nel paragrafo riservato all'analisi di detti sistemi.

§ 37. Conclusioni. — Sin qui si sono, dunque, brevemente riepilogati tutti quei dispositivi più degni di nota. Vi sono però ancora vari e molteplici dispositivi esploratori, specie meccanici, tali, p. es., il dispositivo a doppio prisma, il dispositivo a prismi,



Radiovisore con tubo a raggio catodico.

il dispositivo a due dischi rotanti provvisti di lenti, ecc. ma tutti di scarso interesse per il lettore, inquantochè questi dispositivi, e parte anche di quelli già descritti, o sono rimasti allo stato di progetto, o, se realizzati, vuoi per lo scarso risultato ottenuto, vuoi per la complessità del dispositivo stesso, sono rimasti apparecchi di interesse più storico che scientifico e pratico, essendo privi dei requisiti di semplicità e di basso costo, indispensabili alla sana industrializzazione.

Riassumendo: fra tutti questi dispositivi, per la sua semplicità, facile costruzione e basso costo, primeggia il disco di Nipkow, che molti pionieri infatti hanno adottato e perfezionato arrivando al tipo di televisore standard.

Segue a questo la ruota a specchi, che sebbene ingombrante e delicata per la messa a punto, presenta, di fronte al disco di Nipkow, i vantaggi di usare meno luce per il trasmettitore ed ottenere immagini più luminose nel ricevitore; inoltre, è possibilissimo che l'inconveniente dell'ingombro venga tecnicamente eliminato, ponendo questo dispositivo esploratore al primo posto. Questo, almeno attualmente o forse ancora per qualche anno.

Ad un sicuro avvenire sono invece destinati i dispositivi esploratori statici, fra i quali si fa ogni giorno più strada il tubo a raggio catodico, che con il nuovo sistema dell'immagine elettronica, con il sincronismo completamente automatico e con le piccole energie necessarie per pilotare e modulare il raggio catodico sarà certamente fra pochi anni uno dei dispositivi esploratori più applicati e più diffusi negli apparecchi televisori commerciali.

VI.

# DISPOSITIVI DI SINCRONISMO

§ 38. Suddivisione dei dispositivi di sincronismo. — Come si è già menzionato, il dispositivo di sincronismo ha lo scopo di far conservare ai ricevitori la stessa velocità e la stessa fase di esplorazione del televisore trasmettitore.

Prima però di introdurre il lettore nell'esame dei dettagli riguardanti il dispositivo stesso necessita aggiungere che se il suddetto scopo può essere generale a tutti i sistemi di esplorazione, altrettanto invece non si può dire per quanto concerne la realizzazione dei diversi dispositivi di sincronismo.

Infatti, notevole è la differenza fra le parti che compongono un dispositivo di sincronismo per un sistema meccanico di esplorazione e quella di un dispositivo di sincronismo per un sistema statico di esplorazione. Se in quest'ultimo è possibile il controllo diretto del raggio esploratore (raggio catodico), nel primo invece è indispensabile di agire sulle parti meccaniche che con il loro movimento creano il raggio esploratore.

Per conseguenza ed allo scopo di seguire una maggior chiarezza nell'esposizione di questo argomento, si crede utile suddividere anche questi dispositivi, come si è fatto per quelli esploratori, in due classi e cioè in dispositivi di sincronismo per l'esplorazione meccanica ed in dispositivi di sincronismo per l'esplorazione statica.

## DISPOSITIVI DI SINCRONISMO PER L' ESPLORAZIONE MECCANICA

§ 39. Generalità e ruota sincrona. — Si è visto nel paragrafo 26 come il sincronismo del ricevitore col trasmettitore sia condizione essenziale per vedere l'immagine. Effettivamente, come si

vedrà in seguito, l'immagine può essere visibile nel ricevitore anche se questo è fuori sincronismo; in questo caso però l'immagine si presenta distorta e questa distorsione è tanto minore quanto più prossimo è il sincronismo. Quando è raggiunto il sincronismo, l'immagine risulta normale e stabile.

Considerando quindi un complesso trasmettitore-ricevitore a disco, come sincronismo fra i due dischi s'intende l'uguaglianza di giri e l'identità di fase fra i due dischi stessi.

In altre parole se $D_1$ e $D_2$ (fig. 91) sono rispettivamente il disco trasmettitore e ricevitore questi saranno fra loro in sincronismo quando il numero di giri dei due dischi sarà il medesimo, alla con-

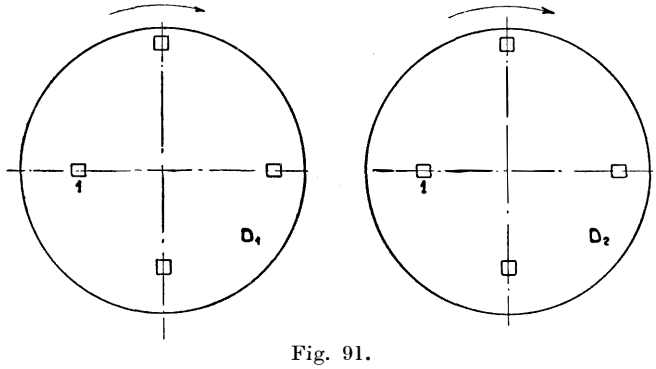



Fig. 91.

dizione che il foro 1 e quindi tutti gli altri fori ruotino costantemente in fase rispetto ad una qualunque origine eguale per ambedue i dischi.

« Supponendo quindi di potere idealmente sovrapporre i due dischi tutti i fori dovrebbero fra loro coincidere ».

Mettendo in marcia il disco ricevitore, la prima cosa da farsi è quella di fargli raggiungere la stessa velocità del disco trasmettitore e poi, questa raggiunta, metterlo in fase.

Con l'identità di giri l'immagine è già fissa sul disco salvo che, a seconda dello sfasamento esistente, quando questa identità è stata raggiunta ed a causa della maschera limitatrice *m* (fig. 92), necessaria anche nel ricevitore per fissare l'immagine all'altezza del magnificatore a lenti, l'immagine stessa (usando un termine cinematografico) risulterà più o meno « saltata » (fig. 93 *a*) oppure « sfal-

zata » (fig. 93 *b*) rispetto alla maschera *m* a seconda dell'ampiezza dello sfasamento.

La messa in fase la si fa girando relativamente il disco di quella frazione dell'angolo di fase $\alpha$ (per la fig. 93 *a*) o di un multiplo del-

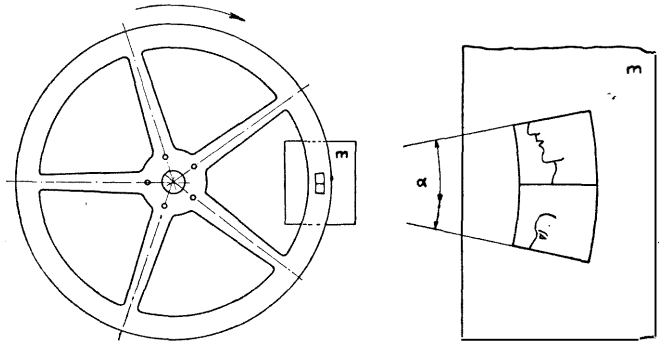



Fig. 92.

l'angolo $\alpha$ (per la fig. 93 *b*) necessaria per inquadrare esattamente l'immagine nella rispettiva maschera limitatrice. Praticamente, la messa in fase viene effettuata girando la carcassa della ruota sincrona

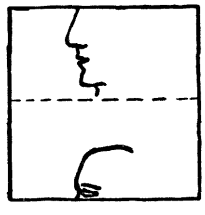


Fig. 93 *a*.
Immagine saltata
(piccolo sfasamento).

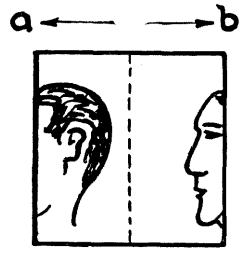



Fig. 93 *b*.
Immagine sfalzata
(grande sfasamento).

e con essa il disco, mediante apposito comando a cremagliera o a frizione. Se, come si vedrà in seguito, la carcassa della ruota di sincronismo è rigida con la carcassa del motorino che trascina il disco allora è sufficiente provvedere quest'ultima del tipo oscillante in modo che possa ruotare di un angolo corrispondente a quello compreso fra i raggi di due fori consecutivi del disco.

Il dispositivo di sincronismo quindi, almeno sino ad oggi, non

provvede che al mantenimento della identità di velocità, quando però questa è stata raggiunta col mezzo di opportuno reostato inserito sul motorino, mentre per la messa in fase provvede manualmente, col mezzo sopradescritto, chi riceve.

Ora, i vari dispositivi escogitati per mantenere l'identità di velocità del ricevitore col trasmettitore (premesso che la velocità di quest'ultimo rimanga sempre costante), rispetto al segnale di televisione, si possono suddividere in due sistemi e cioè in dispositivi a segnale sincronizzante dipendente e in dispositivi a segnale sincronizzante indipendente. Prima però di entrare nei dettagli di ambedue questi sistemi si analizzerà come può essere generalmente costituito il meccanismo che provvede a mantenere costante la velocità del disco per effetto del segnale sincronizzante.

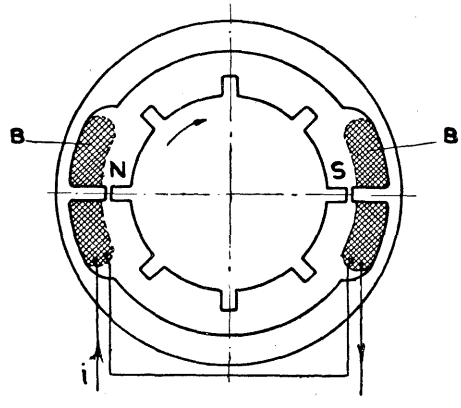


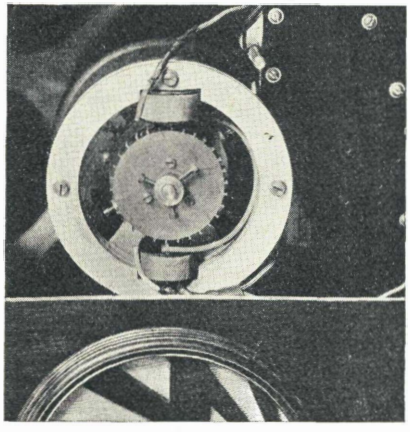
Fig. 94.
Ruota sincrona (ruota a denti).

Allo scopo, sia $R$ (fig. 94) una ruota di acciaio dolce provvista di 2 p denti (poli) magnetizzati alternativamente, che possa girare in un campo magnetico $N\ S$ prodotto dalla corrente $i$ che attraversa le bobine $B$.

Facendo girare la ruota e lanciando nelle bobine una corrente continua il campo $\Phi$ che si genera reagisce evidentemente con i campi $N\ S$ della ruota. Più precisamente l'azione del campo sviluppa in questo caso un'azione frenante la quale può essere tale da bloccare completamente la ruota.

Se invece di una corrente continua si lancia nelle bobine una corrente alternata di frequenza $f$ e di andamento simile a quello rappresentato nel diagramma di fig. 95 $a$, allora l'azione del campo alternato così generato, cambia completamente. Infatti, considerando un qualunque istante $t_1$ del diagramma $a$, p. es., quando la corrente è un massimo positivo, il flusso corrispondente è anche un massimo positivo ed i poli $N\ S$ dello statore attirano i poli affacciati dello stesso nome con l'effetto di far ruotare la ruotà di

1/2 p di giro. Nel successivo istante $t_2$ quando cioè la corrente è ancora un massimo ma è un massimo negativo, vi corrisponde invece un flusso massimo anche negativo in modo che i due poli dello statore risultando così invertiti danno continuità all'attrazione e repulsione fra i poli statore e i poli della ruota, facendola ruotare di un altro 1/2 p di giro, e così via di seguito per tutti i successivi istanti $t^3$, $t_4$, ecc., ecc., o meglio per ogni semiperiodo $T/2$ se con $T$ si esprime l'intero periodo.



Ruota sincrona.

Ora evidentemente, il numero di giri della ruota dipende sia dalla frequenza $f$, che dal numero dei denti 2 p. Infatti, se per ogni semiperiodo la ruota fa 1/2 p. di giro per $f$ periodi farà

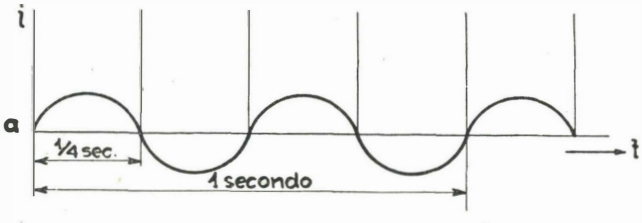



Fig. 95 *a*.
Segnale sincronizzante ad andamento sinusoidale.

$f/p$ giri al secondo e per ogni minuto primo sarà

$$N = \frac{f}{p} \cdot 60 \qquad (23)$$

Questo per una corrente ad andamento sinusoidale.

Nel caso invece di una corrente pulsante (fig. 95 *b*) per ogni semionda la ruota girerà di 1/2 p di giro, e quindi per $f$ semionde

farà $f/2$ p giri al secondo e per ogni minuto primo sarà

$$N = \frac{f}{2p} \tag{24}$$

Si supponga ora che questa corrente alternata oppure corrente pulsante, appartenga al segnale sincronizzante di frequenza $f$, il di cui scopo appunto sia quello di mantere costante la velocità del complesso rotante formato dal motorino, dal disco e dalla ruota di sincronismo.

Evidentemente allora il comportamento di un simile complesso è identico al comportamento di un qualunque motore sin-

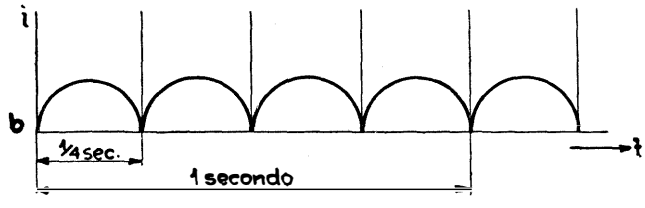



Fig. 95 *b*.
Segnale sincronizzante ad andamento pulsante.

crono, salvo ad invertire le funzioni delle parti. Infatti nei casi pratici, com'è noto, il motore di lancio serve a portare la ruota polare del motore sincrono alla velocità di sincronismo e quando questa è raggiunta il motore di lancio viene elettricamente disinserito e trascinato dalla ruota stessa alla quale si può applicare allora la coppia resistente. In questo caso invece il motore resta sempre inserito e fornisce quasi tutta la coppia motrice, mentre alla ruota di sincronismo è riservato il compito di sviluppare una piccola coppia sincronizzante, solamente quando la velocità del motorino tenda a variare rispetto la velocità di sincronismo.

È importante a questo punto stabilire, in linea di massima, quale rapporto deve esistere fra la potenza del motorino e quella della ruota sincrona acciocchè sia garantita la costanza della velocità per determinate variazioni della tensione di alimentazione del motorino.

Si supponga perciò che il motorino $M$ (fig. 96) abbia una potenza sufficiente per mantenere tutto il complesso ad un certo numero

prescritto di giri e per i quali la ruota sincrona $R_s$ deve soddisfare la relazione (23) o quella (24) a seconda cioè che il segnale sincronizzante sia una corrente alternata oppure pulsante.

La coppia resistente di tutto il complesso (curva « *a* ») eguaglierà allora la coppia motrice (curva « *b* ») sviluppata dal motore, nel punto di incrocio delle due curve al numero prescritto di giri « *N* ».

Lanciando ora la corrente sincronizzante nelle bobine *B* della ruota e se la velocità del motore rimane costante a *N* giri, la ruota stessa girando alla velocità di sincronismo *N* non svilupperà alcuna coppia motrice e l'andamento del complesso rimarrà perciò inviariato.

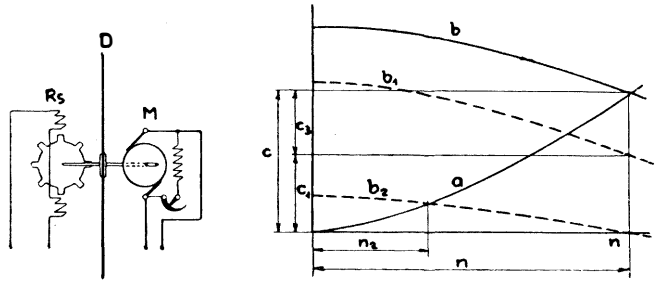



Fig. 96.

Comportamento del complesso disco-motore-ruota sincrona.

*C*, coppia motrice a tensione normale; $C_1$, coppia motrice a tensione ridotta; $C_3$, coppia sincronizzante.

Ma, se si suppone invece che per un abbassamento di tensione manifestantesi sulla rete il motore *M* tenda a scendere a $N_1$ giri ed a diminuire la sua coppia da *C* a $C_1$, allora, non potendo la ruota di sincronismo diminuire i suoi giri, tenderà a sviluppare una coppia $C_3$ la quale addizionandosi a quella $C_1$ che avrebbe il motore a $N_1$ giri ed a una tensione ridotta dal suddetto abbassamento (curva $b_1$), non permetterà al complesso di diminuire la sua velocità. Cosa analoga succede naturalmente per un aumento della tensione di rete. La coppia $C_3$ rappresenta quindi la coppia stabilizzatrice che deve fornire il sincrono quando per delle ragioni perturbatorie che si manifestano sulla rete la coppia motrice del motore *M* tende ad alterarsi.

Ora, dal diagramma di fig. 96 risulta ben evidente che la cop-

pia $C_3$ deve essere tanto maggiore quanto maggiore è la perturbazione. Ed infatti per ogni valore della tensione intorno alla tensione di rete $E$, corrisponde una serie di curve parallele alla curva $b$ e naturalmente se la variazione è così rilevante da far passare per il punto $n$ la curva $b$, il sincrono dovrà avere una potenza tale da sviluppare tutta la coppia che forniva il motore $M$ prima della perturbazione. In caso contrario il complesso si abbasserà di giri sino al valore $N_2$.

Ma generalmente le perturbazioni sulla rete sono rappresentate da piccole percentuali e quindi prevedendo la potenza della ruota del 8% della potenza del motore, la costanza dei giri sarà largamente garantita.

Ciò premesso, sarà facile ora esaminare un po' più da vicino il funzionamento dei due summenzionati sistemi di sincronismo.

Nel sistema a segnale sincronizzante detto indipendente, la frequenza sincronizzante viene creata mediante un dispositivo speciale ed inviata, con filo o per via radio, parallelamente al segnale di televisione, ai vari apparecchi ricevitori.

Nel sistema a segnale sincronizzante dipendente, invece, si utilizza quale segnale sincronizzante la stessa frequenza di base già contenuta, com'è noto, in qualunque segnale di televisione (Baird), oppure la frequenza sincronizzante viene, per così dire, incanalata nello stesso segnale di televisione (Castellani).

Il primo sistema a segnale indipendente presenta evidentemente il vantaggio di fornire un segnale di grande ampiezza e di valore costante garantendo l'efficacia del segnale anche quando la distanza fra trasmettitore e ricevitore è piuttosto grande. Per contro però presenta l'inconveniente del terzo conduttore qualora la trasmissione avvenga per filo, mentre il sistema diventa ancora più complesso qualora la trasmissione avvenga per via radio. Per quest'ultimo motivo quindi, detto sistema, salvo le applicazioni avute in laboratorio, non è adattabile ad una razionale realizzazione di radiovisione.

Il sistema invece a segnale dipendente ideato ed applicato dall'infaticabile esperimentatore Baird, è oggi largamente applicato nei suoi stessi apparecchi ed anche da qualche altro costruttore.

Anche questo sistema però presenta il solito inconveniente delle trasmissioni a grandi distanze, con le quali essendo il fading

ed i disturbi parassitari più rilevanti, si perde il sincronismo nel ricevitore col noto risultato di far scomparire l'immagine.

Ottimi risultati in questo senso ha dato il sistema dipendente a segnale incanalato, il quale si è dimostrato tale da soddisfare sia la condizione di stabilità del sincronismo per grandi distanze, sia l'esigenza di una massima semplicità specie per l'apparecchio ricevente.

Quest'ultimo sistema quindi, che in fondo rappresenta un perfezionamento del sistema Baird, sarà certamente adottato dalle varie trasmittenti attuali di televisione poichè la sua applicazione non introduce nessuna modifica ai radiovisori riceventi oggi in commercio, qualora essi siano del tipo ad esplorazione meccanica.

40. Sistema a segnale sincronizzante indipendente. — Senza citare i molteplici dispositivi ideati e costruiti su questo si-

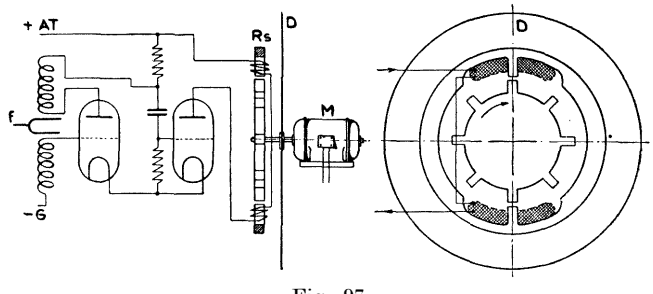



Fig. 97.

Dispositivo di sincronismo a segnale sincronizzante indipendente. (Lo stesso oscillatore a frequenza costante alimenta sia la ruota sincrona del trasmettitore che le ruote sincrone dei ricevitori).

*f*, oscillatore a diapason; $R_s$, ruota sincrona; *D*, disco; *M*, motore.

stema, oggi però completamente abbandonato e quindi di scarso interesse per il lettore, e dato che qualche meccanismo ad esso inerente è tutt'ora usato nel sistema dipendente, si passerà ad analizzare almeno il principio generale di funzionamento.

Lo scopo del sistema è di alimentare con il medesimo segnale sincronizzante sia il trasmettitore che i ricevitori. Perciò ciascun ricevitore è provvisto di una ruota a denti il di cui numero (per diminuire l'ampiezza di eventuali oscillazioni pendolari) è almeno eguale al numero di fori del disco esploratore. La ruota è calettata

rigidamente con l'asse del disco e del motorino in modo che ciascun dente cade nell'intervallo fra foro e foro del disco o comunque calettate purchè, rispetto ad un qualunque foro del disco scelto quale base, l'angolo di calettamento sia identico tanto per il disco trasmettitore quanto per i dischi ricevitori.

Nel trasmettitore quindi una identica ruota viene calettata rigidamente con l'asse del disco e del motore, mentre apposito oscillatore a diapason provvede ad inviare la frequenza sincronizzante sia alle bobine delle ruote del disco trasmettitore che alle bobine delle ruote dei dischi ricevitori i quali manterranno in questo modo l'identità di velocità con il disco trasmettitore stesso. La fig. 97 illustra appunto il funzionamento di un complesso a segnale indipendente.

§ 41. Sistema a segnale sincronizzante dipendente (Baird) — Come si è già accennato, in questo sistema il segnale sincronizzante viene fornito dalla frequenza di base propria al segnale di televisione.

Infatti, un qualunque dispositivo esploratore il di cui senso di esplorazione sia prodotto ortogonalmente col mezzo di un disco a fori, oppure di un nastro a fori, ecc., ecc., produce le note due frequenze proprie al segnale e cioè la frequenza di base e la frequenza incidente.

Considerando perciò la sola frequenza di base ($f_b$) questa, risulta ben distinta e determinata dalla

$$f_b = \frac{N_f \cdot N}{60}$$

ed in cui $N_f$ è il numero dei fori ed $N$ il numero di giri al minuto del disco.

Inviando, quindi, nelle solite bobine statoriche di una ruota sincrona di un disco ricevente, il segnale di televisione debitamente amplificato, ad ogni semionda della frequenza di base, a causa della elevata autoinduzione delle bobine stesse, corrisponde un flusso magnetico medio il di cui andamento sarà perciò simile a quello della corrente media $i_m$ visibile nel diagramma di fig. 98.

Ne consegue che agli effetti delle bobine sincronizzanti il se-

gnale di televisione può essere considerato come un segnale ad unica frequenza $f_b$, ed è appunto in questo modo che il Baird utilizza lo stesso segnale di televisione quale segnale sincronizzante.

Il numero dei denti della ruota ricevitrice può essere allora facilmente calcolato, sostituendo nella (24) ad $f$ la frequenza $f_b$ generata dal disco trasmettitore e cioè, risolvendo senz'altro per 2 p, si avrà

$$2\,p = \frac{\dfrac{N_f \cdot N}{60} \cdot 60}{N} = N_f$$

Nel ricevitore, con questo sistema, il numero dei denti della ruota sincrona deve essere eguale al numero di fori del disco.

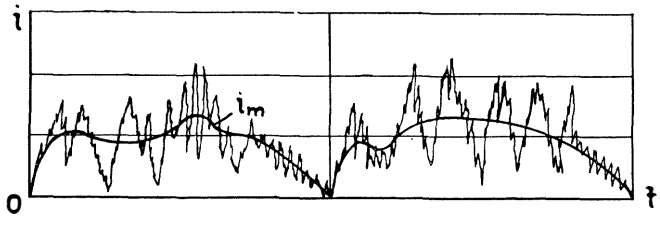



Fig. 98.

Naturalmente, anche in questo caso, la velocità del disco trasmettitore deve essere mantenuta costante da un oscillatore a frequenza costante (oscillatore a diapason) e da una rispettiva ruota sincrona il di cui numero di denti va allora calcolato, dato che la velocità di sincronismo non varia, tenendo conto della sola frequenza generata dal suddetto oscillatore a frequenza costante.

La fig. 99 illustra, in maniera abbastanza evidente, il funzionamento del sistema Baird a segnale dipendente. Sono infatti ben visibili i particolari del trasmettitore che interessano e cioè la ruota di sincronismo $R_s$ e l'oscillatore a diapason $f_b$. Quest'ultimo genera una frequenza costante ed alimenta la ruota $R_s$ mantenendola, entro determinati limiti di carico, ad una velocità anche costante, garantendo perciò la costanza della frequenza di base generata dal disco esploratore. Detta frequenza di base e con essa la frequenza incidente, debitamente amplificate vengono inviate per filo o per

via radio all'apparecchio ricevente dove il relais luminoso $R_l$ le trasforma ambedue in variazioni luminose mentre le bobine sincronizzanti della ruota sincrona $R_s$ trasformano la sola $f_b$ in impulsi magnetici, destinati come s'è già detto, a mantenere la velocità del disco ricevente, eguale a quella del disco trasmettitore.

Nel ricevitore quindi, l'energia che arriva dall'amplificatore $A$ viene utilizzata parte dal relais luminoso e parte dalla ruota sincrona.

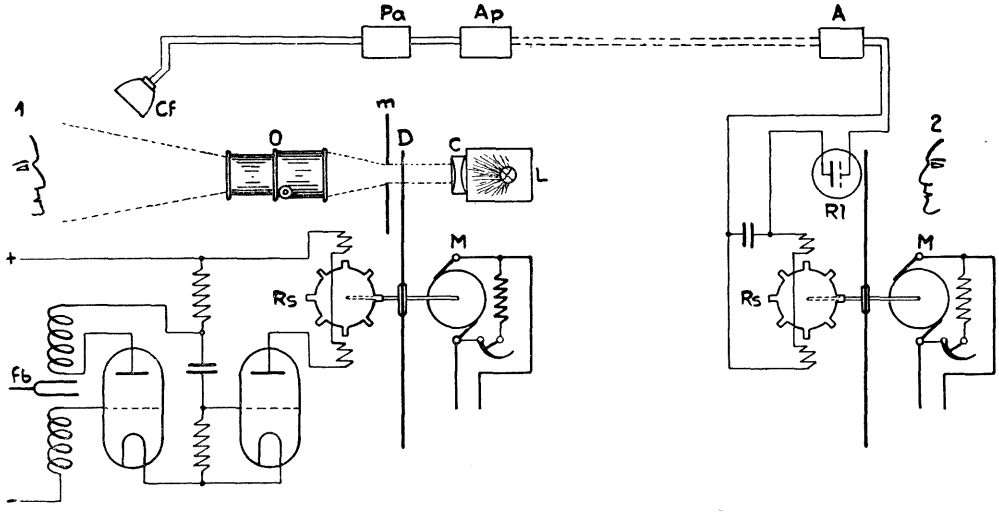



Fig. 99.

Complesso trasmettitore ricevitore per televisione utilizzante il dispositivo di sincronismo a segnale sincronizzante dipendente. (La corrente-visione alimenta le ruote sincrone dei ricevitori).

$L$, sorgente luminosa; $C$, condensatore; $D$, disco; $m$, maschera limitatrice; $O$, obiettivo; 1, soggetto che si trasmette; $C_f$, cellula fotoelettrica; $P_a$, preamplificatore; $A_p$, amplificatore di potenza; $A$, amplificatore d'arrivo; $F_b$, diapason oscillante sulla frequenza sincronizzante; $R_s$, ruota sincrona; $M$, motore; $R_l$, relais luminoso; 2, osservatore.

Affinchè quest'ultima possa esercitare sul complesso disco-motorino una efficace azione sincronizzante è necessario, come si è visto, che la ruota sviluppi almeno l'8% della potenza resa dal motorino (normalmente 0,8 Watt). Per il relais luminoso invece, qualora esso sia costituito da una normale lampada al neon per televisione, 2 Watt sono già sufficienti. Supponendo dunque di usare disco e relais del tipo normale, l'amplificatore $A$ dovrebbe poter fornire 2 Watt per il relais luminoso più un certo numero di Watt sufficiente

per poter sviluppare all'albero della ruota sincrona i 0,8 Watt richiesti.

Ora però è facile convincersi come l'uso della frequenza di base quale segnale sincronizzante risulti poco efficace allo scopo, e come anche ricorrendo a delle forti amplificazioni, un tale sistema esuli dalle possibilità di ricezione domestica.

Infatti, anche utilizzando una ruota sincrona la cui costruzione permetta di realizzare il massimo rendimento, per così piccole potenze è difficile che il rendimento stesso sorpassi il valore 0,25.

D'altra parte la forma d'onda della corrente $i_m$ come s'è visto è tale da permettere di realizzare una piccola potenza sincronizzante poichè detta $i_m$ è nulla solo per un istante brevissimo che praticamente è in media 1/10 del tempo $T$ (periodo della frequenza $f_b$). Si può quindi presumere che la corrispondente potenza sincronizzante sia circa il 25% di quella totale prodotta dalla stessa $i_m$ lungo il periodo $T$.

Per conseguenza la potenza da immettersi nella ruota sincrona dovrebbe evidentemente essere di

$$P_a = \frac{0{,}8}{0{,}25 \cdot 0{,}25} = \sim 12{,}8 \text{ W}$$

cioè una potenza utile troppo elevata per essere alla portata di un normale apparecchio radio.

§ 42. Sistema a segnale sincronizzante incanalato (Castellani); potenza sincronizzante. — Questo sistema ha segnato veramente un passo avanti nel problema del sincronismo. Una prima dimostrazione pratica eseguita dall'A. aveva già fatto prevedere lo sviluppo che doveva avere il sistema stesso. Infatti, specie in questi ultimi tempi, esso è stato vivo oggetto di studio da parte dei tecnici i quali hanno raggiunto notevoli successi pratici, sia nell'esplorazione meccanica che in quella statica.

Per comprendere bene il principio del sistema e quindi le varie applicazioni avute nei dispositivi esploratori, si crede utile spiegare brevemente al lettore il funzionamento del dispositivo nella sua prima realizzazione.

Il fatto che spinse alla ricerca del sistema è stato l'osservazione

all'oscillografo catodico dell'andamento della corrente fotoelettrica $i_v$ propria alla visione (fig. 100), la quale corrente come si è già menzionato al paragrafo 41, viene sfruttata dal Baird come corrente sincronizzante ed il cui effetto magnetico risulta analogo a quello prodotto dalla corrente media $i_m$.

Detta corrente evidentemente, non ha un'andamento ideale tale da provocare un energico impulso sincronizzante in quanto che la forma d'onda è caratterizzata da due fronti ripide all'inizio

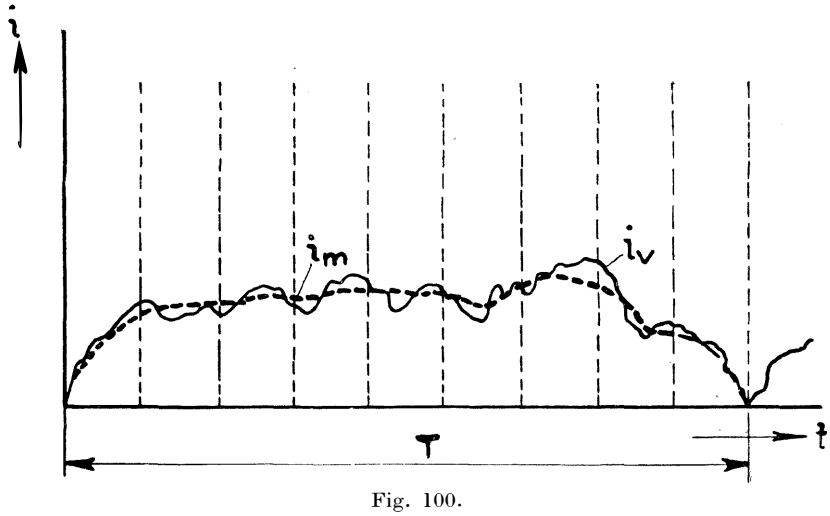



Fig. 100.
L'andamento del segnale sincronizzante proprio alla frequenza di base.
$i_v$, corrente-visione; $i_m$, corrente sincronizzante.

ed alla fine del periodo e da una curva di ampiezza pressochè costante durante il periodo stesso.

La corrispondente coppia sincronizzante che una simile corrente può produrre nella ruota sincrona, risulta infatti limitata ad una durata così breve ($T/50$ « a $T/70$ » per l'esplorazione meccanica) da far risultare troppo inferiore al necessario la rispettiva energia sincronizzante che la ruota dovrebbe fornire al complesso disco-esploratore-motorino nel caso di un'eventuale instabilità della velocità del complesso medesimo.

Si era pensato quindi di sovrapporre alla corrente $i_m$ (fig. 101) un'altra corrente $i_c$ di andamento tale da poter aumentare l'ampiezza

della $i_v$ durante una determinata frazione di $T$ senza però danneggiare l'originale andamento della stessa $i_v$.

Evidentemente con un simile accorgimento e scegliendo dei valori opportuni per l'ampiezza di $i_c$ e per la sua durata, l'energia sincronizzante può diventare sensibilmente maggiore e rendere quindi molto più stabile il sincronismo.

Infatti, le prime esperienze eseguite hanno confermato questa ipotesi, poichè con il segnale incanalato lo scarto massimo della ten-

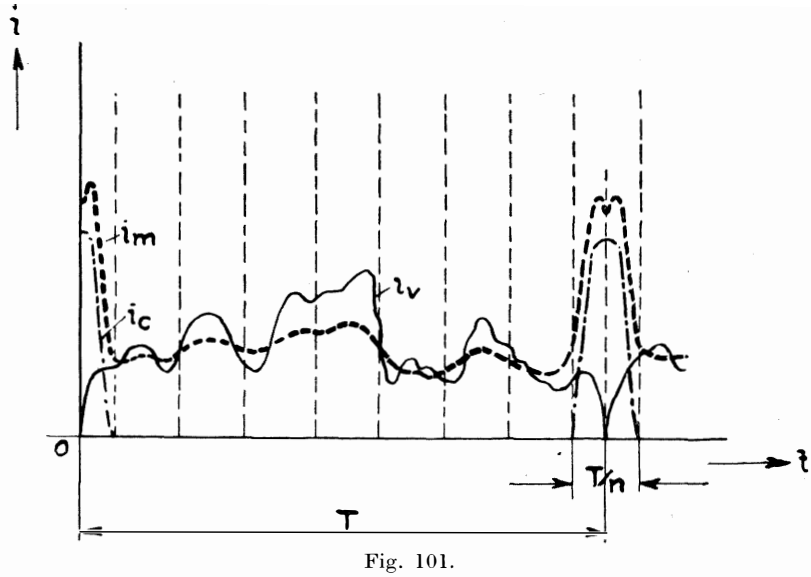



Fig. 101.

L'andamento del segnale sincronizzante proprio alla frequenza di base modificato dal segnale incanalato.

$i_v$, corrente-visione; $i_c$, corrente-incanalata; $i_m$, corrente sincronizzante.

sione di alimentazione che il motorino tollerava senza perdere il passo, era di circa 3 volte maggiore del valore per il quale detto motorino perdeva il sincronismo se si impiegava la sola $i_v$ quale corrente sincronizzante.

È ovvio aggiungere che il fatto di sovrapporre alla corrente $i_v$ la corrente $i_c$, non danneggia che in maniera trascurabile l'immagine, poichè anzichè avere nel ricevitore la nota riga nera (dovuta agli istanti periodici in cui la corrente fotoelettrica è nulla), si ha invece una riga luminosa più o meno larga a seconda che il valore

« *n* » (fig. 101) che rappresenta il numero delle suddivisioni di *T*, sia più o meno grande.

Dalla scelta del valore di « *n* », dipende invece l'ammontare della perdita di superficie utile dell'immagine. Infatti rimanendo invariata la velocità di esplorazione, *T* rappresenta la durata di esplorazione di una riga di detta immagine (p. e. da « *a* » verso « *b* », fig. 102); ora, ad una diminuzione di *T* corrisponde evidentemente un accorciamento proporzionale della riga e ripetendosi quindi tale diminuzione anche in tutti i periodi seguenti, ne risulta una diminuzione della superficie dell'immagine.

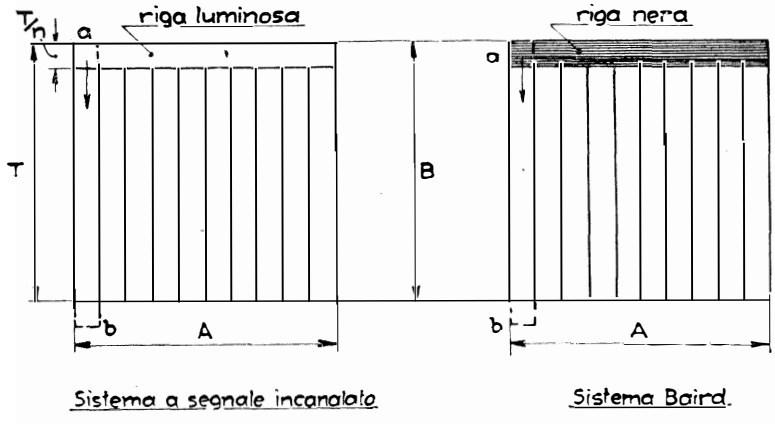



Fig. 102.

Ciò premesso, ritornando alla prima realizzazione pratica di questo sistema, il quale non ha fino ad oggi subito sensibili modifiche ed è stato anzi applicato nei dispositivi di sincronismo per l'esplorazione statica, si riassumeranno i particolari:

Alla periferia del disco esploratore *D* (fig. 103) con raggio costante furono praticati altrettanti fori (*S*) quanti erano i fori esploratori.

Ciascuno di questi fori era piazzato esattamente sulle bisettrici degli archi di suddivisione fra un foro esploratore e quello vicino.

La luce che arrivava dal condensatore ottico illuminava il disco secondo la superfice circolare tratteggiata e dietro al disco stesso era sistemata la solita maschera limitatrice « *m* » la quale però oltre alla normale apertura d'esplorazione portava, in corrispondenza

dei fori $S$, una seconda apertura di dimensioni opportune. Con una simile disposizione dietro al disco, oltre all'area a manifestazione istantanea apparente, si otteneva anche un raggio di luce pulsante il quale deviato da uno specchio andava a colpire direttamente una cellula fotoelettrica posta in parallelo con le altre cellule che raccoglievano la luce riflessa dal soggetto che si esplorava.

Data dunque la disposizione dei fori $S$ sul disco ogni qualvolta la corrente fotoelettrica doveva essere nulla si otteneva invece una

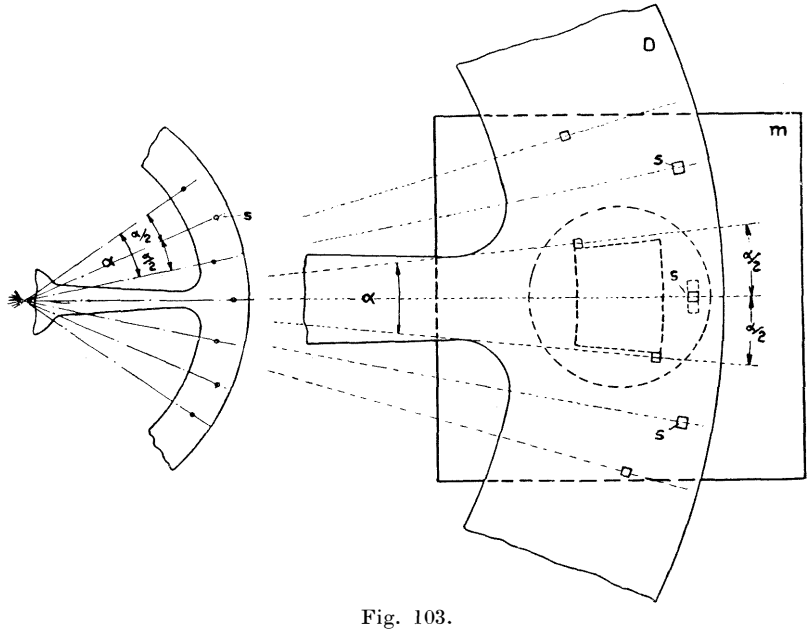



Fig. 103.
Disco esploratore provvisto di fori secondari per l'eccitazione del segnale incanalato.

forte punta prodotta dal passaggio di luce attraverso al foro secondario della maschera limitatrice per modo che ai periodici valori nulli di corrente che caratterizzavano la frequenza di base, si venivano a sostituire dei valori massimi con un andamento quindi simile a quello della corrente $i_c$ nel diagramma di fig. 101. È ovvio che la durata dei singoli impulsi dipendeva dalla lunghezza (nel senso della rotazione) dell'apertura secondaria della maschera « *m* », mentre la loro ampiezza veniva portata al giusto valore diaframmando il raggio deviato.

Nel ricevitore poi, data la presenza e la speciale forma d'onda della corrente $i_c$ ed una sua maggiore durata (1/5 del tempo $T$), la corrispondente potenza sincronizzante era di circa l'80 % dell'energia compresa entro l'intero periodo $T$ e quindi (il motorino del disco assorbiva circa 32 watt e si assumeva tanto per il motorino che per la ruota sincrona il rendimento 0,25) la corrispondente potenza assorbita dalle bobine sincronizzanti era evidentemente di

$$P_a = \frac{32 \cdot 0{,}25 \cdot 0{,}1}{0{,}8 \cdot 0{,}25} = 4 \text{ W}$$

cioè una potenza circa tre volte più piccola di quella occorrente col sistema Baird.

Sin qui dunque il funzionamento del dispositivo ed il risultato della prima esperienza.

Ora, la potenza di 7,4 Watt non è ancora contenuta nei limiti della potenza erogabile da un normale tipo di apparecchio radio, ma come si vedrà or ora, un accurato studio sul segnale incanalato conduce a dei risultati molto migliori per l'aumento di potenza che ne deriva.

A questo scopo è indispensabile considerare per un momento, quali grandezze influiscono sulla massima potenza sincronizzante che può sviluppare la ruota sincrona.

Chiamando perciò con « $\eta$ » il rendimento della ruota a 1/1 carico a cos $\varphi = 1$ [1], con $P_r$ e $P_a$ rispettivamente la potenza resa, è notorio che

$$\eta = \frac{P_r}{P_a} = \frac{P_r}{Z \cdot \mathcal{J}^2_{\text{eff.}}}$$

da cui

$$P_r = \eta \cdot Z \cdot \mathcal{J}^2_{\text{eff.}} \tag{25}$$

cioè, premesso il massimo rendimento ottenibile con un determinato

[1] Come si vedrà in seguito è facile ottenere la necessaria sovreccitazione dimensionando opportunamente i denti della ruota e scegliendo per la sua costruzione l'adatto tipo di acciaio.

valore della impedenza $Z$ delle bobine sincronizzanti, la potenza resa risulta proporzionale alla sola corrente efficace che attraversa le bobine stesse.

È quindi di una certa importanza stabilire ora il valore di questa corrente in funzione dei valori massimi delle correnti proprie alla visione ed al segnale incanalato.

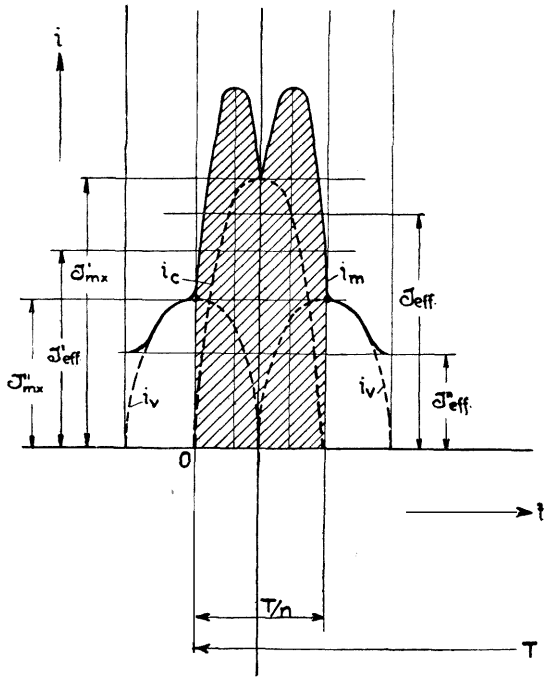



Fig. 104.

La composizione della corrente-incanalata con la corrente-visione.

Pertanto, considerando la fig. 104 e ricordando che il valore $T$ rappresenta la durata di esplorazione di una riga dell'immagine, $T/n$ la durata del segnale incanalato, $\mathcal{J}^1_{eff.}$ la rispettiva corrente efficace ed $\mathcal{J}''_{eff.}$ la corrente efficace propria alla visione, il valore efficace risultante proprio all'impulso sincronizzante, risulta evidentemente espresso dalla

$$\mathcal{J}_{eff.} = \sqrt{(\mathcal{J}'_{eff.})^2 + (\mathcal{J}''_{eff.})^2} \qquad (26)$$

Supponendo che dette correnti abbiano un andamento sinusoidale per $(\mathcal{J}'_{\text{eff.}})^2$ si ha rispettivamente

$$(\mathcal{J}'_{\text{eff.}})^2 = \frac{4}{T}\int_0^{\frac{T}{4n}} (\mathcal{J}'_{\text{mx.}} \cos n\omega t)^2 \cdot dt$$

$$(\mathcal{J}''_{\text{eff.}})^2 = \frac{4}{T}\int_0^{\frac{T}{4n}} (\mathcal{J}''_{\text{mx.}} \operatorname{sen} \omega t)^2 \cdot dt$$

Sviluppando questi due integrali si ottiene rispettivamente

$$(\mathcal{J}'_{\text{eff.}})^2 = \frac{(\mathcal{J}'_{\text{mx}})^2}{2\,n} \quad \text{e} \quad (\mathcal{J}''_{\text{eff.}})^2 = \frac{(\mathcal{J}''_{\text{mx}})^2}{2\,\pi}\left(\frac{\pi}{n} = \operatorname{sen}\frac{\pi}{n}\right)$$

Poichè per ovvie ragioni, specie nelle trasmissioni di televisione per via radio, l'ampiezza del segnale incanalato è uguale a quella del segnale proprio alla visione, ponendo $\mathcal{J}'_{\text{mx}} = \mathcal{J}''_{\text{mx}}$ per sostituzione la (26) risulta quindi

$$\mathcal{J}^2_{\text{eff.}} = \mathcal{J}^2_{\text{mx}}\left(\frac{1}{n} - \frac{\operatorname{sen}\pi/n}{2\pi}\right) \qquad (26')$$

Sostituendo infine quest'ultimo valore nella (25) si ottiene la relazione cercata e cioè

$$P_r = \eta \cdot Z\,\mathcal{J}^2_{\text{mx}}\left(\frac{1}{n} - \frac{\operatorname{sen}\pi/n}{2\pi}\right) \qquad (25')$$

Da quest'ultima è facile rilevare come, partendo da una $\mathcal{J}_{\text{mx}} = 0{,}09\,A$ ricavabile com'è noto dalla valvola finale di un ottimo apparecchio radio e sapendo che una impedenza di circa 3000 Ohm per le bobine sincronizzanti permette il massimo sfruttamento elettromeccanico della ruota sincrona, la potenza resa dipenda solamente dal valore « $n$ » proprio al segnale incanalato.

Ora, dalla stessa (25') un breve calcolo dimostra che per garantire ai ricevitori la possibilità di poter far sviluppare alla rispettiva ruota sincrona la potenza sincronizzante di 0,8 watt, « $n$ » non deve

essere maggiore di 4, ciò che significa che almeno 1/4 della superfice dell'immagine deve venir utilizzata dal segnale incanalato.

Evidentemente una simile perdita della superfice dell'immagine può essere notevolmente diminuita qualora si rinunci di alimentare direttamente la ruota sincrona col solo triodo finale dell'apparecchio radio e ricorrendo invece all'inserzione, fra triodo finale e la ruota sincrona, di uno speciale oscillatore pilotato dallo stesso triodo.

Quest'ultima soluzione è meno semplice dell'inserzione diretta e richiede uno o più triodi ausiliari ed altri accessori i quali aumentano

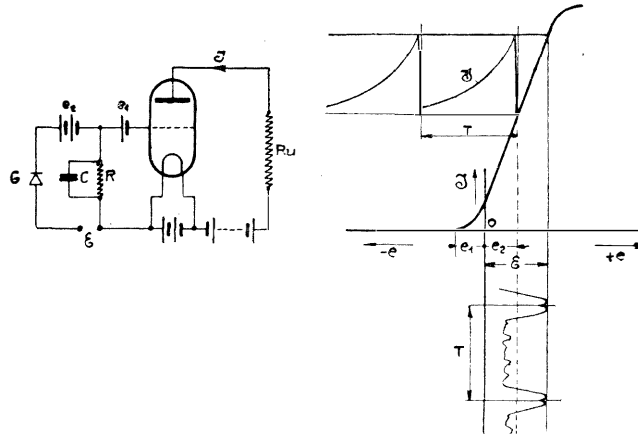



Fig. 105.
Separatore del segnale-incanalato dal segnale-visione e generatore di oscillazioni rovesciate (multiformi).

sensibilmente il costo del ricevitore. Per contro, si ha però il vantaggio che per il segnale incanalato è sufficiente utilizzare solo una piccolissima parte della superfice dell'immagine ($n = B/x$) con la possibilità inoltre di poter far sviluppare alla ruota sincrona ricevitrice una maggior potenza sincronizzante.

Una prima realizzazione in questo senso è rappresentata nello schema di fig. 105. In questo schema la risultante dei valori propri alle correnti-visione e segnale incanalato, non va ad alimentare direttamente le bobine sincronizzanti ma viene bensì trasformata in una proporzionale variazione di tensione ($E$), sfruttando allo scopo uno dei tanti metodi usati negli accoppiamenti intervalvolari di bassa frequenza. Detta tensione va poi a caricare, attraverso

al raddrizzatore $G$, il condensatore $C$ posto fra griglia e filamento di un triodo di potenza e nel cui circuito di placca sono allora inserite le bobine sincronizzanti.

Dato l'andamento della tensione $E$, per ciascun periodo $T$ l'impulso sincronizzante carica il condensatore $C$ e poichè il raddrizzatore $G$ offre un'altissima resistenza di sbarramento, la scarica trova facile strada solo attraverso alla resistenza $R$ e provoca nel circuito anodico del triodo una corrente che da un valore massimo $\mathcal{J}_{mx}$ (fig. 106) (inizio della scarica) diminuisce lentamente sino al valore $\mathcal{J}_{mx}/k$ (fine della scarica). La grandezza $k$ dipende dal pro-

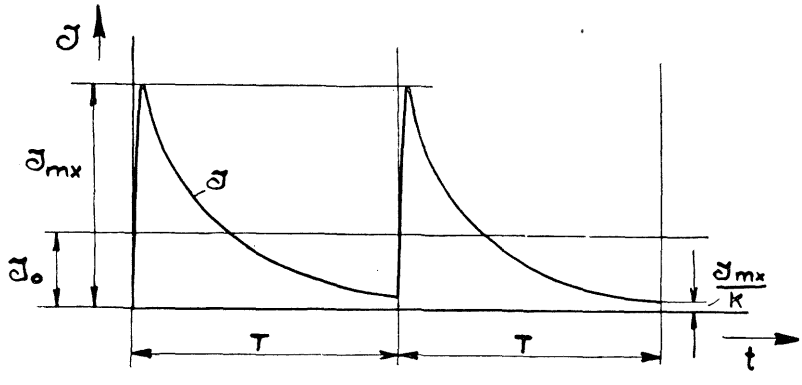



Fig. 106.
Oscillazioni rovesciate provocate dal segnale incanalato.

dotto $C \cdot R$ e va scelta evidentemente in modo che il valore $\mathcal{J}_0$ risulti il più grande possibile.

È facile a questo punto constatare come usando un simile schema per il ricevitore, la superfice dell'immagine risulti diminuita di un valore quasi trascurabile.

Infatti, osservando il diagramma di fig. 106, la diminuzione della durata del segnale incanalato, a parte il fatto già menzionato di provocare solo una piccolissima perdita della superfice dell'immagine, fa aumentare invece la potenza sincronizzante erogabile dal triodo inquantochè la $\mathcal{J}_{mx}$ resta costante per un tempo minore.

Per quanto concerne il calcolo della rispettiva potenza resa, si può considerare con sufficiente approssimazione, che detta potenza può essere eguale a quella sviluppata dalla risultante dei va-

lori efficaci proprii alle correnti $i_v$ ed $i_c$ quando per generare $i_c$ si fosse scelto $n = 3$. Di conseguenza anche per questo caso vale l'espressione (25′) la quale per $n = 3$ diventa quindi

$$P_r = \eta \cdot Z \mathcal{I}^2_{mx} \; 0{,}196 \qquad (25')$$

Sostituendo ora in quest'ultima ai simboli i valori considerati nel caso precedente si ottiene

$$P_r = 0{,}25 \cdot 3000 \cdot 0{,}09^2 \cdot 0{,}196 = 1{,}19 \text{ Watt}$$

potenza questa che, come si è già accennato, risulta infatti superiore ai 0,8 Watt generalmente richiesti.

Per la realizzazione pratica di questo schema, bisogna tener presente che dalla capacità del condensatore $C$ e dal valore della resistenza $R$ dipende il tempo di scarica del condensatore $C$ e quindi il valore di $k$ il quale poi determina l' « $n$ » fittizio da sostituire nella formola (25′).

Il raddrizzatore $G$ può essere un comune raddrizzatore ad ossido (tipo a secco) e la sua resistenza di sbarramento dev'essere tale da evitare che il condensatore possa scaricarsi attraverso allo stesso raddrizzatore per valori superiori del 5% della tensione di carica.

La tensione di compensazione $e_2$ (fig. 105), la quale serve ad impedire che il condensatore si carichi per effetto della tensione propria alla visione, può essere fornita da una batteria qualora il trasmettitore radiovisione sia vicino, mentre per la ricezione delle stazioni lontane, è bene che la tensione $e_2$ segua le variazioni della tensione $\mathcal{E}$ poichè nel caso che si manifesti il fenomeno di evanescenza, non può più sussistere il fatto che la tensione propria al segnale incanalato, risultando inferiore alla tensione di compensazione, possa disincronizzare il ricevitore.

È facile rimediare a questo inconveniente scegliendo quale tensione di compensazione la caduta di tensione che si ha agli estremi di una resistenza appropriata, inserita nel circuito anodico di un triodo separato, similmente a quanto avviene nei dispositivi cosiddetti « antifading » o « regolatori automatici del volume ».

Una seconda realizzazione che può dare analoghi risultati a quella ora descritta, è schematicamente rappresentata nella fig. 107.

Questa soluzione è bensì più costosa ma ha il vantaggio di garantire una sufficiente potenza sincronizzante anche quando il complesso non è perfettamente a punto.

Anche in questo caso, come nel precedente, si cerca di separare il segnale visione dal segnale incanalato e si invia quest'ultimo a pilotare un'oscillatore il quale è indotto perciò a generare delle pulsazioni di maggior durata e più ampie. La fig. 108 (*a*, *b* e *c*) rappresenta le rispettive trasformazioni, che subisce la forma d'onda del segnale incanalato attraversando il complesso stesso.

Allo scopo dunque, il triodo $V_f$ è capace di fornire al relais lu-

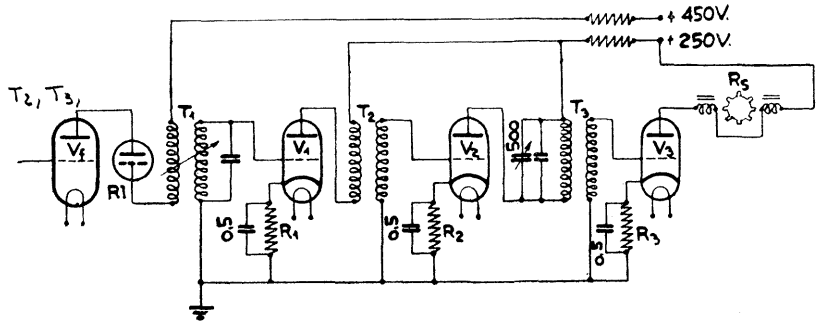



Fig. 107.

Separatore del segnale-incanalato dal segnale-visione e amplificatore di potenza sincronizzante.

$V_f$, triodo finale; $R_l$, relais luminoso; $V_1$, triodo pilota; $V_2$, triodo oscillatore; $V_3$, triodo di potenza; $R_s$, ruota sincrona; $T_1$, trasformatore intervalvolare e separatore di frequenze; $T_2$, $T_3$, trasformatori di accoppiamento.

minoso $R_l$ i 2 Watt richiesti, mentre nel rispettivo circuito anodico l'inserzione di un trasformatore assicura l'accoppiamento fra il triodo $V_f$ ed il triodo $V_1$. Quest'ultimo agisce sia come amplificatore che come blocco, su tutte quelle frequenze che non sono prossime alla frequenza del segnale incanalato poichè l'accoppiamento fra primario e secondario del trasformatore $T_1$ è reso appositamente lasco in modo da permettere più facilmente il passaggio della frequenza persistente, propria alla corrente del segnale incanalato, che non le altre frequenze variabili, proprie alla corrente-visione.

Il triodo $V_2$ invece, pilotato dal triodo $V_1$, ha il circuito anodico accordato sulla frequenza del segnale incanalato e quindi può oscillare solo su detta frequenza. Le corrispondenti variazioni di ten-

sione, a mezzo del trasformatore $T_3$ e del triodo di potenza $V_3$, vengono trasformate in energiche variazioni di corrente che vanno infine ad alimentare le bobine sincronizzanti della ruota sincrona.

Anche in questo schema per il calcolo della potenza resa vale l'espressione (25′) e dove per « $n$ » si può senz'altro sostituire il va-

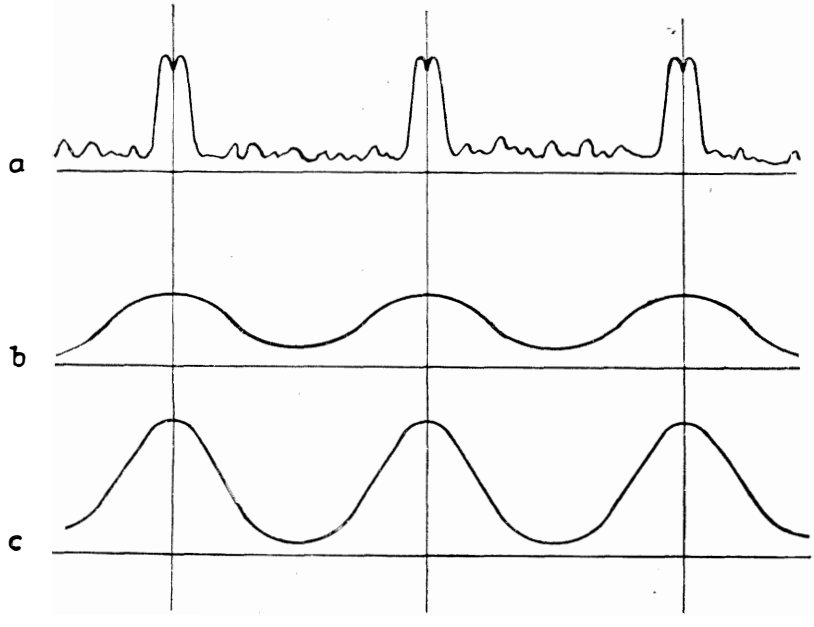



Fig. 108.

lore $2 \div 3$. L'esperienza però ha dimostrato che, a differenza del sistema precedente, la potenza sincronizzante erogabile dal triodo finale non è completamente indipendente dalla durata del segnale incanalato e che per realizzare il summenzionato valore fittizio di $n = 2 \div 3$, con frequenza di base fra i $375 \div 400$, il segnale stesso deve durare almeno 1/40 del tempo $T$.

## DISPOSITIVI DI SINCRONISMO PER L'ESPLORAZIONE STATICA

§ 43. Dispositivi di sincronismo per l'esplorazione a raggio catodico. — Come si è già accennato, il dispositivo di sincronismo per l'esplorazione a raggio catodico può far parte integrante degli apparecchi destinati al pilotaggio dello stesso raggio catodico, qualora l'apparecchio trasmettitore e quello ricevitore abbiano un eguale sistema statico di esplorazione. In caso diverso, cioè quando l'esplorazione nel trasmettitore viene eseguita p. e. con un disco di Nipkow od altro dispositivo meccanico di esplorazione, mentre la ricezione avviene con un tubo di Braun, il rispettivo dispositivo di sincronismo diventa allora molto complesso ed in certi casi anche irrealizzabile. Non si considereranno perciò in questo capitolo simili dispositivi misti, tanto più che in avvenire il disco ed in generale tutti i sistemi meccanici di esplorazione verranno abbandonati poichè non permettono una finissima esplorazione dell'immagine se non ricorrendo a delle mastodontiche e dispendiose costruzioni delle parti che realizzano i sistemi stessi.

Si considereranno quindi i soli dispositivi di sincronismo dove, tanto nel trasmettitore che nel ricevitore, l'esplorazione viene eseguita con il tubo a raggio catodico.

Supponendo dunque che il tubo trasmettitore sia un tubo di costruzione normale (trasmettitore di film) o un tubo di Farnsworth (trasmettitore universale), prima di introdurre il lettore nello studio del dispositivo di sincronismo più conveniente da usarsi fra trasmettitore e ricevitore, si accennerà dapprima come si producono le tensioni che devono pilotare il raggio catodico secondo il noto movimento di esplorazione.

Allo scopo è necessario anzitutto stabilire le caratteristiche dell'immagine che si desidera trasmettere e cioè le dimensioni $A$ e $B$ ed il numero delle aree elementari $Na$. Si fissa poi, compatibilmente alla velocità di movimento dei soggetti mobili, un certo numero di immagini al secondo e poichè quest'ultimo rappresenta la « frequenza di pilotaggio delle righe » ($f_2$), anche la « frequenza di pilotaggio dell'area elementare » ($f_1$) potrà essere perciò ricavata dalla nota relazione (22).

Conosciuta in questo modo la frequenza $f_1$, con un qualsiasi dispositivo meccanico sincronizzato da un oscillatore a diapason, si produce una serie di impulsi di frequenza $f_1$, di andamento simile a quello illustrato nel primo diagramma di fig. 109 e provvedendo

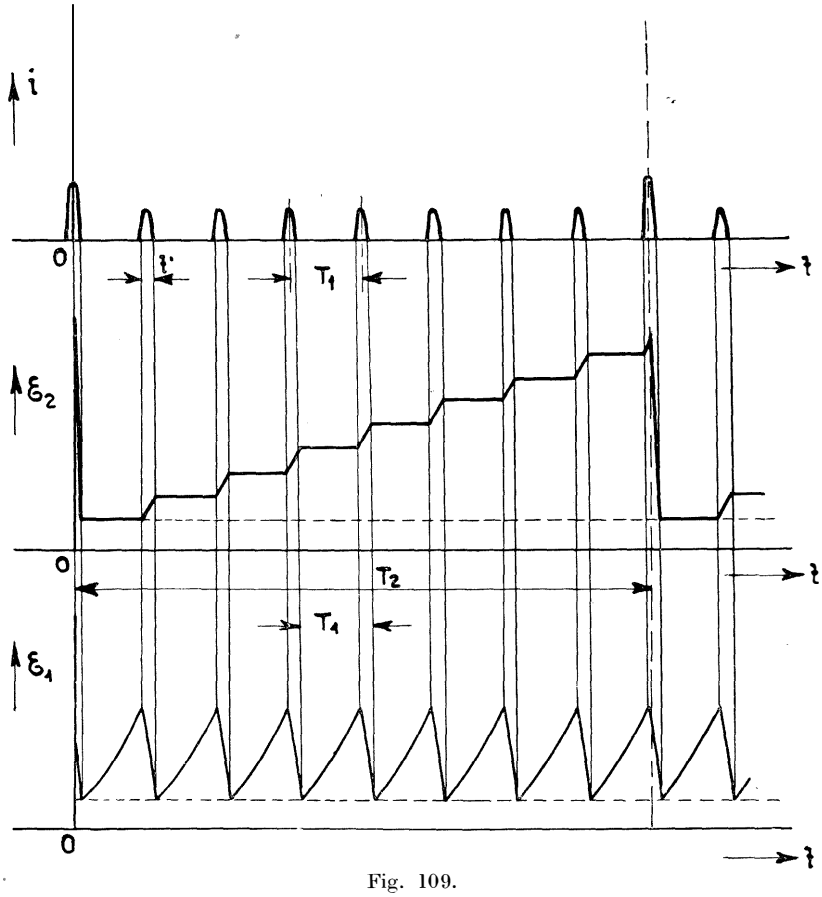



Fig. 109.
Oscillazioni rovesciate provocate dal segnale incanalato a doppia frequenza.

che ad ogni $f_1/f_2$ impulsi, l'impulso stesso risulti, di maggior ampiezza in modo di dar luogo anche alla frequenza $f_2$. La durata degli impulsi, per delle ragioni che si diranno fra poco, non deve sorpassare il 2% del valore di $T_1$.

Ciò premesso si consideri ora lo schema di fig. 110.

In questo schema si hanno due circuiti anodici ben distinti e cioè il circuito anodico dei due triodi $V_1$ e $V_2$ e quello del triodo $V_3$.

In questi circuiti sono inseriti un condensatore ed una lampada a luminescenza collegati fra loro in parallelo.

Fra griglia e filamento dei triodi $V_2$ e $V_3$ viene applicata la tensione $\mathcal{E}$ la quale è proporzionale agli impulsi di corrente $i$ rappresentati nel primo diagramma di fig. 109. A detti impulsi corrispondono delle cariche nei rispettivi condensatori $C_2$ e $C_3$ i quali perciò, trascorso un certo tempo, raggiungono una d. d. p. tale da poter

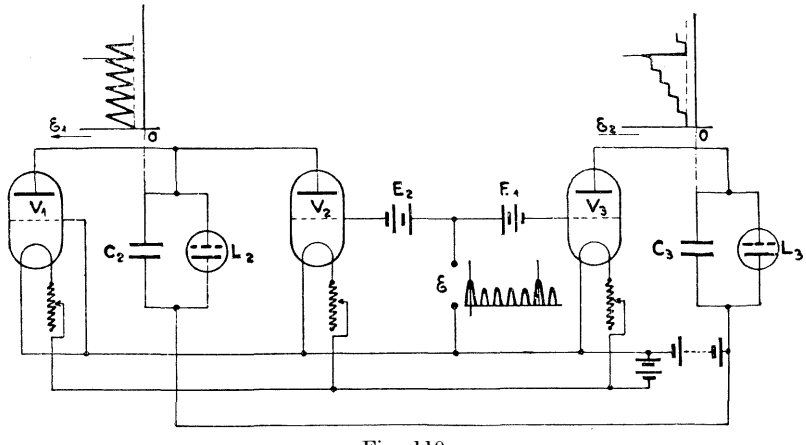



Fig. 110.
Generatore di oscillazioni rovesciate (multiformi).

accendere la rispettiva lampada a luminescenza e scaricarsi quindi immediatamente attraverso alla medesima.

Analizzando il fenomeno si constata subito che a causa del triodo $V_1$ il comportamento del triodo $V_2$ è diverso da quello del triodo $V_3$.

Infatti, supposto che il valore della tensione di griglia $E_1$ sia tale da poter dare al condensatore $C_3$ una carica corrispondente alla tensione di spegnimento della lampada, è facile sistemare le singole costanti del circuito in modo che la somma delle cariche prodotte da $f_1$ impulsi provochi l'accensione della lampada $L_3$ e quindi l'immediata scarica del condensatore. L'impulso di frequenza $f_2$ serve a provocare una carica finale maggiore allo scopo di garantire, ad ogni periodo $T_2$, l'accensione della lampada. Durante

il periodo $T_2$ quindi, gli impulsi di frequenza $f_1$ danno luogo agli estremi del condensatore $C_3$ ad un potenziale di andamento simile a quello $E_2$ nel secondo diagramma di fig. 109 ed avente la frequenza $f_2$, quindi perfettamente utilizzabile quale tensione di pilotaggio per le righe.

Per il buon funzionamento di questa parte del circuito è però necessario che la rispettiva lampada si spenga un po' dopo la cessazione dell'impulso finale, poichè in caso contrario una certa carica rimarrebbe sul condensatore coll'evidente risultato di sfasare l'intera esplorazione. Perchè ciò non si verifichi è sufficiente regolare l'accensione del triodo oppure scegliere opportunamente la capacità del condensatore in modo che il tempo di scarica risulti almeno eguale alla durata dell'impulso finale.

Considerando invece il comportamento del triodo $V_2$, anche in questo la rispettiva tensione di griglia $E_2$ deve esser tale da poter dare al condensatore $C_2$ una carica corrispondente alla tensione di spegnimento della lampada. Il triodo $V_1$, il quale in questo caso si comporta come una qualunque resistenza di valore elevato, serve a lasciare scorrere un certo tempo prima che la tensione della batteria anodica, la quale è un po' minore della tensione di accensione della lampada, possa stabilirsi ai morsetti della lampada stessa. Ora, se il valore della resistenza offerta dal triodo $V_1$ è tale che il tempo impiegato per la stabilizzazione della tensione anodica ai morsetti della lampada corrisponde al tempo $T_1$, interviene il triodo $V_2$ il quale a mezzo dell'impulso di frequenza $f_1$ provoca un'ulteriore carica sufficiente per raggiungere la tensione di accensione e quindi la conseguente scarica immediata del condensatore attraverso alla lampada stessa.

Cosa analoga si verifica per ciascun periodo $T_1$, di modo che ai morsetti del condensatore $C_2$ ha luogo una variazione di potenziale (di andamento simile a quello di $E_1$ nel terzo diagramma di fig. 109) avente la frequenza $f_1$ e quindi perfettamente utilizzabile quale tensione di pilotaggio dell'area esploratrice.

Anche per il triodo $V_2$ è necessario che il tempo di scarica del rispettivo condensatore sia eguale alla durata dell'impulso, ciò che si ottiene facilmente regolando l'accensione dei triodi $V_1$ e $V_2$ e dimensionando opportunamente il condensatore $C_2$.

Con la messa a punto di questa parte del circuito si constata

che la durata dell'impulso di frequenza $f_2$ influisce sui primi gradini della tensione $E_2$ col risultato pratico di mescolare l'esplorazione delle prime righe dell'immagine. A questo inconveniente, che ha in fondo poca importanza, poichè i dettagli dell'immagine sono solitamente situati verso il centro della stessa, si rimedia in parte scegliendo, come già menzionato, la durata degli impulsi molto piccola rispetto al valore di $T_1$ e, più precisamente, di circa l'1,5÷2% di quest'ultimo valore.

Sin qui dunque il sistema generalmente usato per il pilotaggio del raggio catodico nel tubo di Braun.

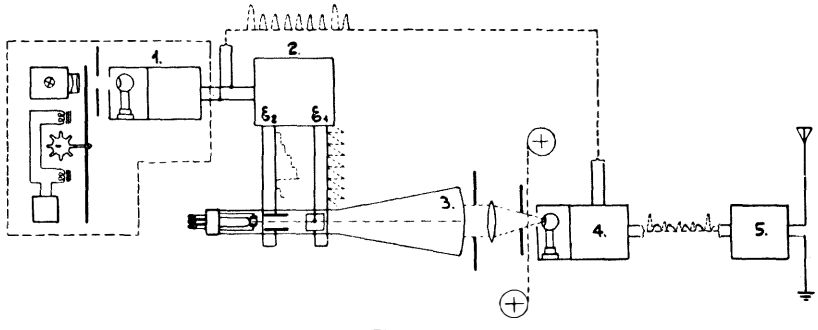



Fig. 111.

Trasmettitore con tubo a raggio catodico per films con dispositivo di sincronismo completamente automatico.

1, generatore del segnale incanalato a due frequenze costanti; 2, generatore delle tensioni di pilotaggio; 3, tubo a raggio catodico; 4, preamplificatore-amplificatore di potenza; 5, trasmettitore radio.

Si tratta ora di dare ai ricevitori la possibilità di mettersi automaticamente in sincronismo col trasmettitore. Esigenza, questa, molto difficile se non addirittura impossibile a soddisfare nei complessi esploratori meccanici, mentre invece con l'esplorazione a raggio catodico è facilmente realizzabile.

Infatti, è sufficiente allo scopo introdurre nel segnale proprio alla visione la stessa serie di impulsi (primo diagramma fig. 109) che ha servito, come s'è visto, a generare le tensioni di pilotaggio. È ovvio che, analogamente a quanto avviene nel dispositivo di sincronismo a segnale incanalato, l'introduzione di detti impulsi, data la loro brevissima durata necessaria per il motivo più sopra menzionato, la rispettiva perdita della superficie dell'immagine risulta assolutamente trascurabile.

La fig. 111 illustra un trasmettitore a raggio catodico per la trasmissione di films e dove è appunto visibile come gli impulsi sincronizzanti alimentino contemporaneamente sia il generatore (2) delle tensioni di pilotaggio, che il preamplificatore (4) della corrente-visione.

Anche il rispettivo ricevitore (figura 112) risulta composto di una apparecchiatura relativamente semplice qualora si consideri il funzionamento completamente automatico del ricevitore stesso. Si ha infatti un normale apparecchio radio (1) il quale alimenta contemporaneamente sia l'apparecchio (3) che funziona come separatore delle frequenze $f_1$ ed $f_2$ dalle altre frequenze proprie alla visione e come generatore delle tensioni di pilotaggio, come pure l'elettrodo modulatore del tubo (4).

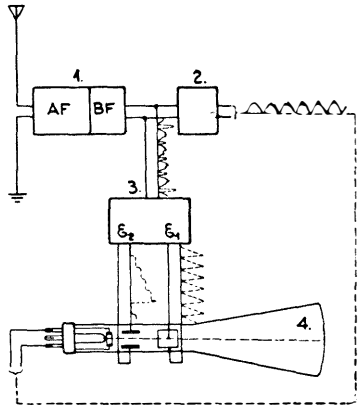



Fig. 112.
Ricevitore con tubo a raggio catodico con dispositivo di sincronismo completamente automatico.

1, ricevitore radio; 2, separatore di frequenze; 3, generatore delle tensioni di pilotaggio; 4, tubo a raggio catodico.

L'apparecchio (2) è un semplice filtro di banda che blocca il passaggio degli impulsi sincronizzanti allo scopo di impedire il formarsi sullo schermo del tubo la nota riga luminosa. Tollerando quest'ultima oppure mascherandola con altri mezzi, detto filtro può essere eliminato.

§ 44. Conclusioni e applicazioni pratiche della ruota sincrona. — Fra i *dispositivi* di sincronismo sin qui citati emerge senz'altro il dispositivo a segnale incanalato il quale infatti si è dimostrato efficacissimo tanto nell'esplorazione meccanica che in quella statica. Non è azzardato quindi prevederne una larga applicazione nei futuri televisori, tanto più che prevalendo col tempo l'esplorazione statica su quella meccanica tutti i dispositivi di sincronismo inerenti a quest'ultima verranno di conseguenza abbandonati.

Per quanto concerne le attuali applicazioni pratiche dei vari dispositivi di sincronismo, almeno sino ad oggi si usa la solita ruota sincrona alimentata dalla frequenza di base propria alla visione.

Alcune stazioni tedesche però hanno iniziato delle esperienze col segnale sincronizzante incanalato ed è da augurarsi che anche le rimanenti stazioni Europee si decidano ad applicarlo in servizio normale.

Ad uso dell'amatore dunque si descriveranno per ora, solamente quegli schemi che possono essere applicati per la ricezione delle odierne trasmissioni di televisione; perciò senza entrare nei dettagli del trasmettitore, ma conoscendo, a questo punto, il meccanismo del dispositivo di sincronismo, come si è fatto per il relais luminoso, si analizzerà qualche schema relativo all'attacco delle bobine sincronizzanti alla bassa frequenza dell'apparecchio radioricevente.

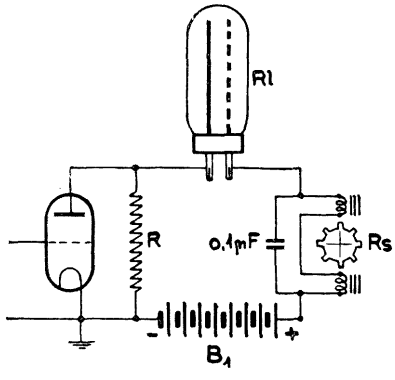



Fig. 113.
Inserzione diretta della ruota sincrona nel circuito d'uscita della valvola finale.

In questo circuito la corrente di riposo della valvola può essere minore del 25% di quella della lampada al neon; il rispettivo alimentatore anodico (o batteria anodica) deve soddisfare alla somma delle rispettive tensioni anodiche e compensare la caduta di tensione provocata dalla ruota.

Lo schema di fig. 113 illustra la maniera più semplice per inserire le bobine nel circuito finale che alimenta anche la lampada al neon. $C$ è un condensatore da 0,1 $\mu F$ il quale serve da by-pass alla frequenza incidente $f_i$. $B_1$ è la solita batteria per la lampada al neon la quale però in questo caso deve fornire una tensione tale da compensare anche la caduta di tensione che provocano nel circuito le bobine sincronizzanti. Dunque, oltre che dal tipo di lampada al neon, la scelta della valvola finale e della batteria $B_1$, in questo schema, dipende anche dalle caratteristiche elettriche delle bobine stesse.

Quest'ultime, dovendo produrre un flusso sufficiente per esercitare l'azione sincronizzante utilizzando correnti che in media si aggirano fra i 20 e i 100 mA, sono generalmente eseguite con molte spire di filo sottile la cui resistenza totale, a seconda degli schemi adottati, va dai 1000 ai 3000 ohm.

Lo schema ora descritto presenta l'inconveniente già osservato, di legare il tipo di lampada al neon al tipo di valvola finale salvo ad inserire, come si è fatto per i relais luminosi, la solita resistenza $R$,

oppure inserendo le parti con l'ausilio di un trasformatore d'uscita, come nello schema di fig. 114. Si rammenta che usando uno di questi schemi la valvola finale deve sempre poter fornire almeno 6 watt utili e quindi la bassa frequenza del rispettivo apparecchio radio va prevista in modo che possa fornire a detta valvola il richiesto grado di amplificazione.

Un terzo modo di collegare le bobine sincronizzanti all'apparecchio radio è quello di inserirle nel circuito di placca di una

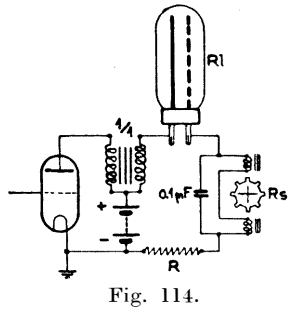



Fig. 114.

Inserzione della ruota sincrona nel circuito d'uscita della valvola finale a mezzo di un trasformat. d'uscita.

In questo circuito la corrente di riposo della valvola può essere maggiore del 25% di quella della lampada al neon; il rispettivo alimentatore anodico (o batteria anodica) deve soddisfare la tensione anodica maggiore.

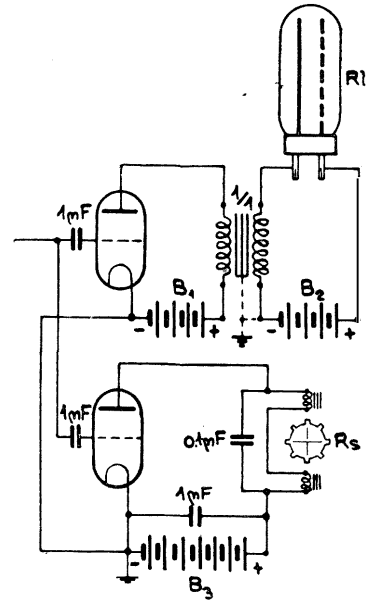



Fig. 115.

Inserzione diretta della ruota sincrona nel circuito d'uscita di una valvola finale separata. L'inserzione della lampada al neon è eguale a quella dello schema di fig. 59.

valvola di potenza separata, collegando la lampada al neon come risulta dallo schema di fig. 115. Per il buon funzionamento è indispensabile che le tre batterie oppure i tre rispettivi alimentatori siano separati. La tensione poi, di ciascuna di queste batterie od alimentatori, dipende dai tipi di lampade usate nei rispettivi circuiti anodici.

Lo schema di fig. 116 è simile al precedente, eccezione fatta per la bassa frequenza che in questo caso è uno stadio push-pull.

Una eccellente inserzione infine, è quella rappresentata nel già discusso schema di fig. 107. Questa inserzione dà infatti ottimi ri-

sultati anche quando si usa la sola frequenza di base quale segnale sincronizzante. Per la realizzazione dello schema si fa presente che il triodo $V_f$ deve poter fornire almeno 3 watt utili. I trasformatori intervalvolari sono con nucleo di ferro a circuito magnetico aperto e la loro costruzione può essere perciò simile a quella usata per i trasformatori di media frequenza tipo con ferro. I rispettivi rapporti di trasformazione possono essere 1/2 per il trasformatore $T_1$, tenendo presente che l'accoppiamento deve essere variabile [1] (primario e secondario avvolti separatamente; nucleo mobile); 1/2 per il trasformatore $T_2$ con accoppiamento stretto; 1/6 per il trasformatore $T_3$ con accoppiamento stretto.

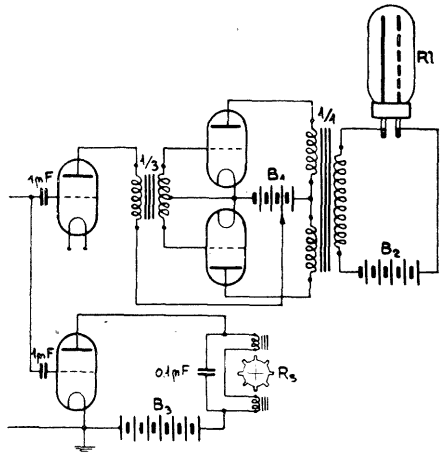



Fig. 116.

Inserzione diretta della ruota sincrona nel circuito d'uscita di una valvola finale separata. L'inserzione della lampada al neon è uguale a quella dello schema di fig. 60.

Il triodo $V_1$ è un comune triodo per ricezione a media impedenza. Il triodo $V_2$ deve essere di bassa impedenza pur osservando che abbia un grande coefficiente di amplificazione: il triodo $V_3$ invece è di potenza e può essere eguale al triodo $V_f$.

Il filamento indiretto del triodo $V_3$ non è indispensabile ma è utile, qualora si voglia ottenere economicamente la tensione negativa rendendo positivo il filamento nel modo ben noto. I rispettivi valori delle resistenze $R_1$, $R_2$ ed $R_3$ inserite a tale scopo, vanno quindi determinate per caduta ohmica in base alle correnti anodiche proprie a triodi.

Il circuito secondario dei trasformatori $T_1$ e quello primario del trasformatore $T_3$ vanno tarati a 375 periodi.

Durante la ricezione la potenza sincronizzante viene stabilizzata e regolata a mezzo del condensatore variabile nonchè variando l'accoppiamento del trasformatore $T_1$.

---

[1] Allo scopo di poter fornire al triodo oscillatore $V_2$ l'esatta energia di pilotaggio.

# PARTE TERZA

VII.

# COMPLESSI TRASMETTITORI-RICEVITORI PER TELEVISIONE VISTI DAL LATO COSTRUTTIVO

§ 45. Generalità. — Da quanto esposto risulta evidente come anche le tre parti principali che compongono il televisore trasmettente o ricevente siano a loro volta composte da parti secondarie.

Queste parti secondarie, che si sono incontrate procedendo nella descrizione dei vari dispositivi, e che per ottenere una maggiore chiarezza, furono dapprima omesse nella descrizione dettagliata dei loro particolari, assumono ora la loro inportanza dal punto di vista costruttivo, che è certo quello che potrà maggiormente interessare il lettore.

Dato l'attuale sviluppo della televisione, si esamineranno solamente i dettagli inerenti a quei televisori trasmettenti (a presa diretta o indiretta) o riceventi (a visione diretta o proiettata) nei quali il dispositivo esploratore è composto dal disco esploratore oppure dalla ruota a specchi rotanti.

Introducendo nei tre dispositivi principali componenti un televisore le parti secondarie del dispositivo stesso, le parti componenti il televisore trasmettitore e rispettivamente ricevitore resteranno suddivise nel seguente modo:

A) *Trasmettitore.*

I. *Dispositivo esploratore.*

*a*) Per il tipo a disco: § 46. Disco esploratore. – § 47. Sorgente luminosa - Sistemi ottici - Maschera limitatrice - Motore.

*b*) Per il tipo a specchi rotanti: § 48. Ruota a specchi. –

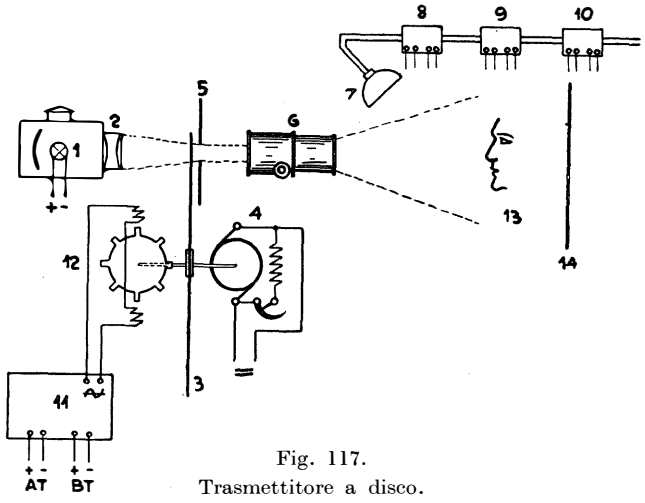



Fig. 117.
Trasmettitore a disco.

1. Sorgente luminosa; 2. Condensatore ottico; 3. Disco esploratore; 4. Motore; 5. Maschera limitatrice; 6. Obiettivo; 7. Cellula o batteria di cellule fotoelettriche; 8. Preamplificatore; 9. Amplificatore di potenza; 10. Egualizzatore di linea; 11. Oscillatore a diapason sulla frequenza *fb*; 12. Ruota di sincronismo; 13. Soggetto che si trasmette; 14. Schermo bianco.

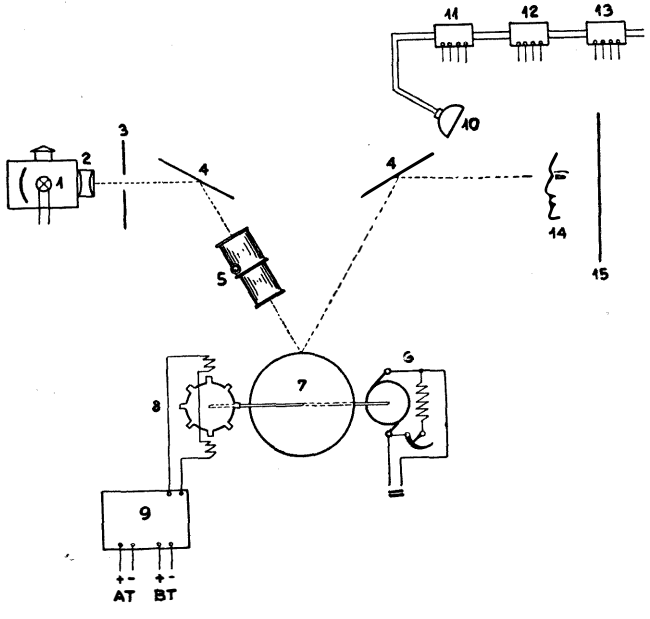



Fig. 118.
Trasmettitore a specchi rotanti.

1. Sorgente luminosa; 2. Condensatore ottico; 3. Maschera limitatrice; 4. Specchi riflettenti; 5. Obiettivo: 6. Motore; 7. Ruota a specchi; 8. Ruota di sincronismo; 9. Oscillatore a diapason sulla frequenza *fb*; 10. Cellula o batteria di cellule fotoelettriche; 11. Preamplificatore; 12. Amplificatore di potenza; 13. Egualizzatore di linea; 14. Soggetto che si trasmette; 15. Schermo bianco.

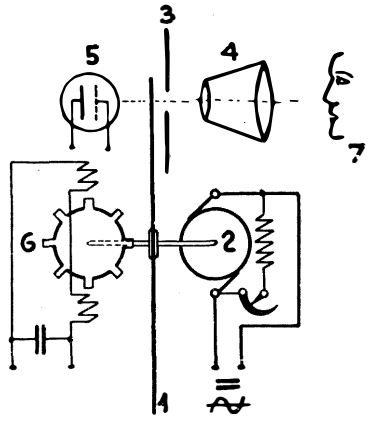



Fig. 119.
Ricevitore a disco.

1. Disco esploratore di Nipkow; 2. Motore; 3. Maschera limitatrice; 4. Magnificatore ottico; 5. Lampada a luminescenza; 6. Ruota di sincronismo; 7. Osservatore.

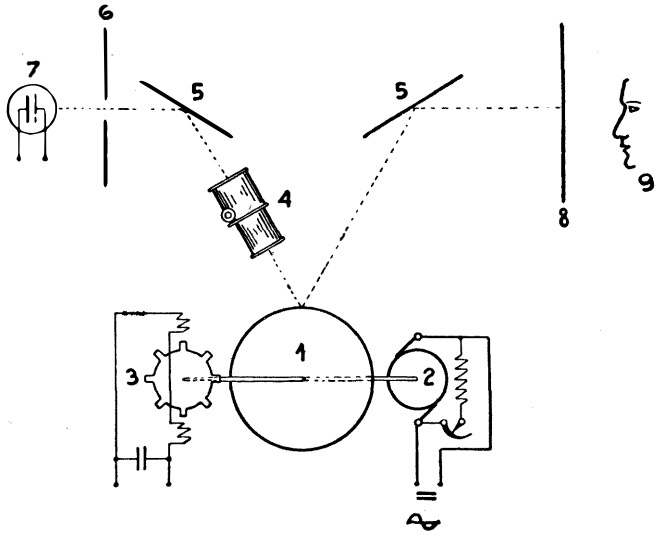



Fig. 120.
Ricevitore a specchi rotanti.

1. Ruota esploratrice a specchi rotanti; 2. Motore; 3. Ruota di sincronismo; 4. Obiettivo; 5. Specchi riflettenti; 6. Maschera limitatrice; 7. Lampada a luminescenza a catodo sferico; 8. Schermo di vetro smerigliato; 9. Osservatore.

§ 49. Sorgente luminosa - Sistemi ottici - Maschera limitatrice - Motore.

II. *Cellula o batteria di cellule fotoelettriche.*

§ 50. Cellula o batteria di cellule fotoelettriche. – § 51. Preamplificatore - Amplificatore di potenza. – § 52. Linea di collegamento (protezioni ed egualizzatori).

III. *Dispositivo di sincronismo.*

§ 53. Oscillatore a frequenza costante. (Oscillatore a diapason). – § 54. Ruota di sincronismo.

Le figg. 117 e 118 illustrano chiaramente la suddivisione di queste parti secondarie sia per il trasmettitore a disco [1], che per il trasmettitore a specchi rotanti.

B) *Ricevitore.*

*a*) Per il tipo a disco: § 55. Disco esploratore. – § 56. Sistema ottico - Maschera limitatrice - Relais luminoso (lampada a luminescenza). – § 57. Motore - Ruota sincrona (motore sincrono).

*b*) Per il tipo a specchi rotanti: § 58. Ruota a specchi. – § 59. Sistema ottico - Maschera limitatrice - Relais luminoso (lampada a luminescenza, relais di Kerr, macchia catodica). – § 60. Motore - Ruota sincrona (motore sincrono).

Le figg. 119 e 120 illustrano i suddetti dettagli rispettivamente per i ricevitori a disco [1] e a specchi rotanti.

---

[1] Per maggior chiarezza del disegno il senso di esplorazione è stato rappresentato orizzontale anzichè verticale.

VIII.

# TRASMETTITORI

## 1. — DISPOSITIVO ESPLORATORE.

*a*) TRASMETTITORE TIPO A DISCO.

§ 46. DISCO ESPLORATORE. — Ricordando quanto si è già detto al paragrafo 25 in merito alle principali relazioni esistenti fra le caratteristiche dell'immagine e le frequenze generate da detta immagine durante l'esplorazione, il calcolo, per così dire elettrico, del disco esploratore è basato sulla nota relazione che lega le tre grandezze fondamentali e cioè, la frequenza massima ($f_m$), il numero delle aree elementari ($N_a$) ed il numero delle immagini trasmesse al minuto secondo ($i_s$).

Ciò premesso, poichè generalmente la frequenza massima risulta già fissata da un accordo internazionale (attualmente 9000 per.) ed anche il numero delle immagini al secondo è compreso entro limiti prestabiliti (da 12,5÷25) il corrispondente valore del numero delle aree elementari si può ricavare dalla relazione (21′) e cioè

$$N_a = \frac{2 f_m}{i_s}$$

Ricordando poi che

$$N_a = \frac{A \cdot B}{x^2}$$

le caratteristiche meccaniche del disco si possono ricavare da semplici relazioni geometriche.

Infatti, fissato il rapporto fra le dimensioni dell'immagine

$$\frac{B}{A} = z \tag{26}$$

e considerando la fig. 121 si hanno evidentemente le seguenti relazioni

$$A = N_f \cdot x \tag{27}$$

$$d = \frac{B}{2 \text{ sen } \pi/N_f} \tag{28}$$

$$D = d + A + 2\,\delta \tag{29}$$

dove per « $\delta$ » si sceglie generalmente il valore da $0{,}25 \div 0{,}3\ A$.

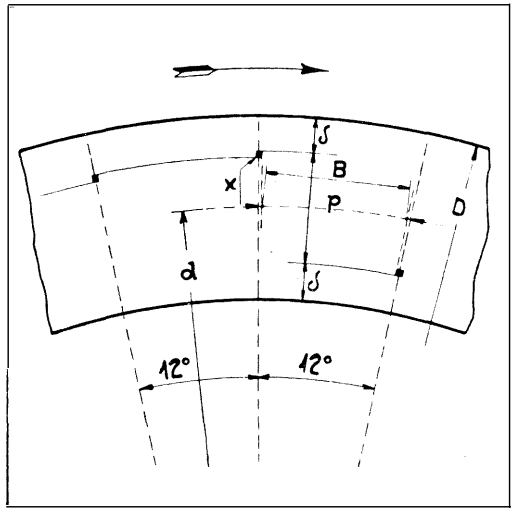
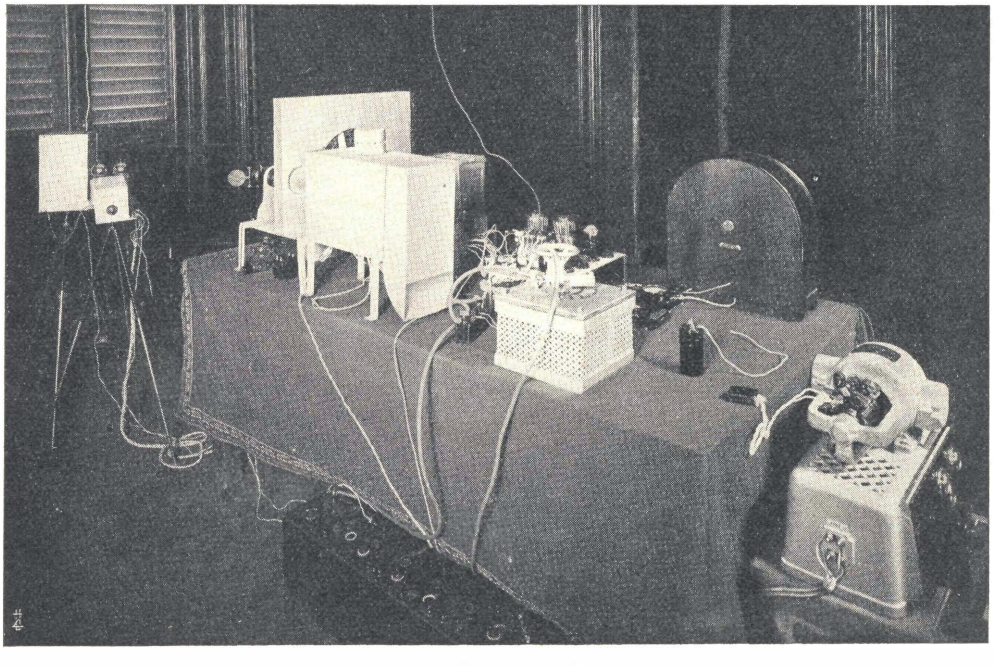



Fig. 121.
(La quota in bianco è la dimensione $A$ dell'immagine).

Sarà bene inoltre controllare il valore di $D$ con la

$$v = D \cdot \pi \cdot i_s \tag{30}$$

ed in cui la velocità periferica ($v$) non deve sorpassare i 35 m/s per dischi tipo rigido e i 25 m/s per dischi tipo flessibile.



Prima trasmissione pubblica di televisione eseguita in Italia dall'autore alla II Mostra Nazionale della Radio. Apparecchio trasmettitore.

Per la scelta della forma del foro-esploratore, qualora si disponga per la foratura di macchinario di precisione, si consiglia la forma quadrata; altrimenti conviene dar la preferenza alla forma rotonda od esagonale.

In quest'ultimo caso si rammenta che, allo scopo di ottenere una uniforme distribuzione della densità luminosa, le dimensioni pratiche del foro esploratore devono essere un po' maggiori di quelle teoriche nelle seguenti proporzioni (v. fig. 141)

foro esploratore di forma rotonda: $x_1 = 6/5\ x$

» » » esagonale: $x_1 = 5/4\ x$

Per quanto concerne le particolarità costruttive del disco, per complessi trasmettitori si fa generalmente uso di dischi del tipo rigido e di diametro tale da consentire l'uso di un normale obiettivo cinematografico per la proiezione della rispettiva area a manifestazione istantanea apparente.

La costruzione del disco deve essere tale, che pur mantenendo la rigidità, il disco stesso risulti il più leggero possibile ($P\ D^2$ minimo) affinchè il suo mantenimento in sincronismo non richieda alla ruota sincrona una troppo elevata potenza sincronizzante e quindi, come si vedrà fra poco, una notevole amplificazione delle oscillazioni provocate dal diapason.

Una leggerezza accettabile che non è disgiunta ad una ottima rigidità, si ottiene con una corona in lamiera di alluminio crudo dello spessore di 0,8 mm., di sufficiente larghezza per permettere la foratura della spirale esploratrice e montata, con spine di precisione, su di una raggiera d'alluminio fuso.

Se ben costruito, un simile disco deve poter sopportare tre volte la velocità normale ($3 \times 750$ giri) senza dar luogo a vibrazioni di sorta.

Allo scopo di ottenere un disco ben equilibrato, la corona deve essere tranciata in un sol colpo, mentre la foratura della spirale esploratrice va eseguita dopo la centratura della corona sulla raggiera con l'ausilio di apposito utensile. Il disco così montato, va poi nuovamente rettificato ed equilibrato poichè piccoli difetti di fusione nella raggiera possono produrre delle sensibili vibrazioni.

Per quanto concerne il giusto senso di rotazione che deve avere

il disco affinchè nei ricevitori l'immagine non risulti nè rovesciata nè capovolta, si possono seguire le indicazioni grafiche della figura 122 (1).

§ 47. Sorgente luminosa – Sistemi ottici – Maschera limitatrice – Motore. — La sorgente luminosa da usarsi nel trasmettitore, assume caratteristiche speciali le quali se non sono scrupolosamente osservate, possono seriamente compromettere la bontà della trasmissione.

Infatti, se il raggio esploratore non mantiene costante la sua luminosità durante tutto il suo percorso, anche la rispettiva corrente fotoelettrica seguendo queste piccole variazioni, darà nel ricevitore delle ombre sparse qua e là le quali offuscheranno i rispettivi dettagli dell'immagine che si riceve in maniera abbastanza visibile. Premessa quindi una perfetta messa a punto del preamplificatore, la prova cosidetta a vuoto del trasmettitore (che si fa sostituendo al soggetto da trasmettere uno schermo bianco), deve dare nel ricevitore una superfice uniformemente illuminata; in caso contrario il difetto va essenzialmente cercato nella sorgente luminosa.

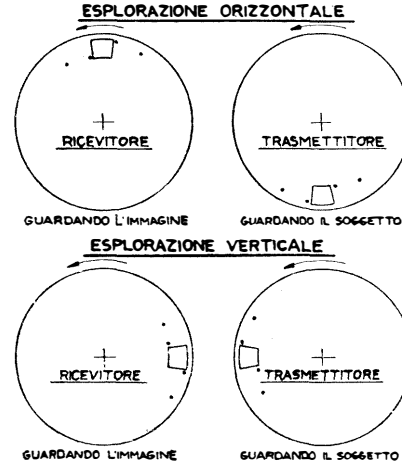


Fig. 122.

Per raggiungere una soddisfacente uniformità di esplorazione, è necessario che la sorgente luminosa sia puntiforme quanto più è possibile. Conviene quindi adottare lampade a filamento cortissimo, a grande intensità di corrente e a bassa tensione.

È di somma importanza che la sorgente di alimentazione sia a corrente continua; la corrente alternata raddrizzata produce sempre delle ondulazioni di luminosità sufficientemente dannose

(1) La fig. 122 vale solo per quei trasmettitori dove l'obiettivo capovolge l'immagine.

e perciò non è consigliabile in questo caso. Raddrizzatori o convertitori sono quindi da scartarsi, prevedendo a questo scopo delle batterie di accumulatori di adeguata capacità.

Per quanto concerne l'intensità luminosa che deve avere la lampada per potere effettuare una buona trasmissione, è necessario tenere presente che l'intensità stessa dipende da parecchi fattori.

Infatti occorre anzitutto ricordare che la lampada deve in questo caso illuminare tutta l'area a manifestazione istantanea apparente racchiusa dalla maschera limitatrice e che solamente $1/N_a$ di questa luce è compresa nel raggio esploratore. Inoltre, com'è noto, il raggio esploratore innanzi di arrivare alla cellula fotoelettrica, attraversa prima l'obiettivo, quindi colpisce in un dato punto il soggetto che si trasmette, dal quale viene più o meno rifratto assorbito e riflesso a seconda delle caratteristiche ottiche del punto colpito, e da questo la sola luce riflessa raggiunge appena la cellula.

Ora, per poter risalire dalla cellula, tenendo conto della illuminazione a questa necessaria per produrre una data corrente fotoelettrica, alla sorgente luminosa e determinare l'intensità luminosa rispettivamente necessaria per potere eccitare la suddetta corrente fotoelettrica tenendo conto delle dispersioni d'ambiente, di quelle nei sistemi diottrici e degli assorbimenti dovuti al soggetto, ecc., ecc., necessita ricordare al lettore il significato di alcune grandezze fotometriche, le rispettive unità di misura più usate e le principali relazioni che legano queste grandezze fra di loro.

Supponendo quindi che una sorgente luminosa possa assumere la forma di una piccolissima sfera (sorgente cosidetta di tipo puntiforme) e chiamando con (ved. fig. 123) « $\Phi$ » il flusso luminoso che irradia la sorgente ($L$) nell'angolo solido « $\omega$ », « $I$ » l'intensità luminosa della sorgente stessa si ha la nota relazione fondamentale

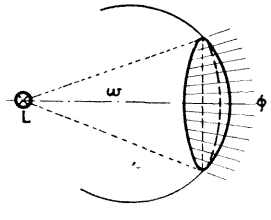


Fig. 123.

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \tag{31}$$

L'intensità « $I$ » è, in questo caso, costante poichè, data la natura puntiforme della sorgente, la distribuzione del flusso risulta uniforme.

Se si denomina quindi con « superfice fotometrica « l'assieme di tutti

i punti che il vettore « $I$ » determina nello spazio in tutte le possibili direzioni all'incontro con una superficie ad esso normale, nel caso di una sorgente del tipo puntiforme, detta superficie (superficie equipotenziale) risulta una sfera. La relazione (31) diventa allora

$$I = \frac{\Phi_t}{4\pi}$$

dove $\Phi_t$ è il flusso totale emesso e $4\pi$ l'angolo solido della sfera.

Dato però che praticamente non si possono ottenere delle sorgenti luminose del tipo teoricamente puntiforme, necessita introdurre nei calcoli una quarta grandezza che possa significare l'intensità luminosa indipendentemente dal tipo di sorgente che si considera.

Questa grandezza è la « densità luminosa » ed esprime l'intensità luminosa per l'unità di superficie, cioè

$$e = \frac{I}{s} \tag{32}$$

da cui: $I = e \cdot s$. Premessa quindi una data densità luminosa massima del corpo irradiante, l'intensità luminosa dipende allora solamente dalla superfice del corpo stesso.

Dalla forma del corpo luminoso dipende invece, la forma della rispettiva superfice fotometrica la quale risulterà più o meno complessa a seconda che la forma del corpo luminoso s'avvicini più o meno a quella di un qualunque corpo che abbia un'equazione volumetrica ben definita (elissoide, paraboloide, ecc.).

*Legge dei quadrati e densità di illuminazione.* – Dall'espressione (31) si ricava (fig. 124)

$$\Phi = I\,\omega = I\,\frac{s}{d^2}$$

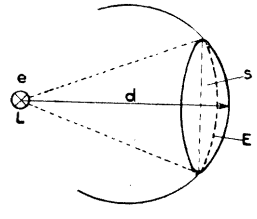


Fig. 124.

Chiamando con « $E$ » la densità luminosa sulla superfice « $s$ », per la (32) si può scrivere

$$E = \frac{\Phi}{s}$$

Sostituendo in quest'ultima a « $\Phi$ » il valore più sopra trovato si ottiene

$$E = \frac{I}{d^2}$$

cioè la densità luminosa di una superfice illuminata, diminuisce col quadrato della distanza esistente fra la sorgente luminosa e detta superfice. Per di-

stinguere la densità luminosa propria al corpo luminoso da quella propria ad una superfice illuminata si è chiamata la « $E$ » densità d'illuminazione od anche più semplicemente « illuminazione ». In quanto si andrà esponendo però, per maggior chiarezza, si dirà densità luminosa anche per le superfici illuminate mentre si accennerà espressamente se la densità in questione è quella propria alla sorgente, od allo schermo, od al soggetto, ecc.

Sin qui brevemente esposto il significato delle principali grandezze fotometriche. Per quanto concerne ancora le dimensioni e le rispettive unità di misura praticamente più usate, vale la seguente tabella riassuntiva:

*Tabella III.*

| Grandezze | | Unità di misura | | Dimens. |
|---|---|---|---|---|
| Denominazione | Simboli ed espresioni | Denominazione | Abbrev. | |
| Flusso luminoso | $\Phi = I\omega = I \frac{s}{d^2}$ | Lumen | *Lm* | (I) |
| Intens. luminosa | I | Candela Hefner | *C H* | (*I*) |
| Densità » | $e = \frac{I}{s}$ | CH/cm² (1) | *CH/cm²* | ($I\ L^{-2}$) |
| » d'illum. | $E = \frac{I}{d^2} = \frac{\Phi}{S}$ | Lm/m² (Lux) | *Lx* | ($I\ L^{-2}$) |

*Legge di Lambert.* – Poichè in televisione la forma del corpo luminoso, specie nei trasmettitori, è per solito una placca incandescente costituita da una o più spirali molto vicine e nei ricevitori, a seconda che si desideri ottenere un'area esploratrice di forma quadrata o rotonda, il corpo luminoso assume rispettivamente la forma quadrata o rotonda (2), si può generalmente ritenere, con sufficiente approssimazione, che le relative superfici fotometriche sieno delle sfere.

Premesso di poter utilizzare solamente il flusso compreso nell'angolo solido di apertura $2\alpha$ (fig. 125), differenziando la (31) si ottiene

$$d\,\Phi = I\,d\,\omega$$

(1) Si misura anche in Stilb. 1 CH/cm² = 10000 Stilb.

(2) Come si vedrà in seguito con opportuni accorgimenti ottici è altresì possibile, indipendentemente dalla forma del corpo luminoso, ottenere delle proiezioni di forma rotonda, rettangolare ecc., con l'uso di appropriate maschere limitatrici.

Considerando la fig. 125 si può scrivere

$$I = I_{mx} \cdot \cos a; \quad d\omega = 2\,\pi \text{ sen } a \; da$$

quindi per sostituzione

$$d\,\Phi = I_{mx} \cdot \cos a \cdot 2\,\pi \text{ sen } a \; da$$

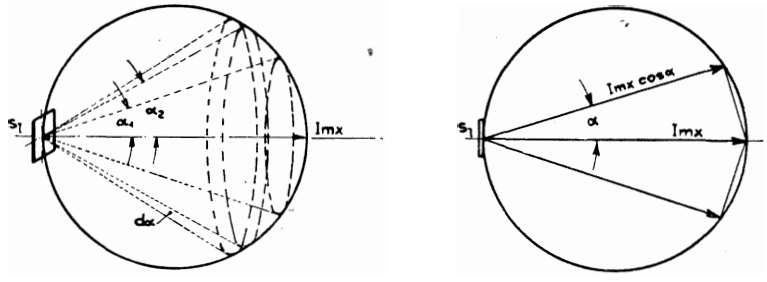



Fig. 125.

Integrando quest'ultima fra gli angoli di apertura $a_1$ ed $a_2$ si ha

$$\Phi = \frac{\pi \cdot I_{mx}}{2} (\cos 2\,a_1 - \cos 2a_2) \tag{34}$$

Quest'espressione è di una certa importanza poichè serve a calcolare il rapporto fra il flusso totale ($\Phi_l$) emesso dalla sorgente ($a_1 = 0$, $a_2 = \pi/2$) ed il flusso utilizzato ($\Phi_u$) dal sistema ottico.

Infatti considerando la fig. 126 fra le caratteristiche ottiche della superfice luminosa ($s_l$) e quelle della superfice illuminata ($s_p$) si può senz'altro stabilire la proporzione

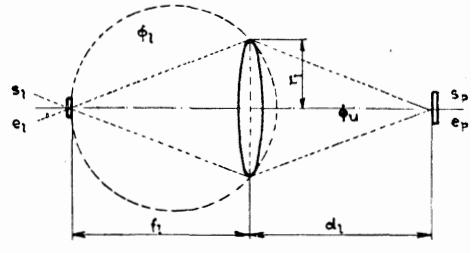



Fig. 126.

$$\frac{e_p}{e_l} = \frac{\Phi_u}{\Phi_l}\, p_o \tag{35}$$

dove: $e_l$ = densità luminosa della sorgente
$e_p$ = densità luminosa della proiezione
$\Phi_u$ = flusso luminoso raccolto dall'obiettivo (flusso utile)
$\Phi_l$ = flusso luminoso totale emesso dalla sorgente
$p_o$ = coefficiente di dispersione luminosa nelle lenti.

Supponendo di utilizzare quale obiettivo una sola lente avente le seguenti caratteristiche ottiche

luminosità $= \ddot{o} = 2r_l/f$
rapporto d'ingrandimento $= m_o = s_p/s_l$.

e premettendo che la superfice luminosa $s_l$ sia l'immagine della proiezione $s_p$, fra le suddette caratteristiche ottiche si ha la seguente relazione fondamentale per le lenti.

$$d_l = f\ (m_o + 1)$$

in cui

$f$ = distanza focale della lente
$d_l$ = distanza fra la lente e la proiezione.

Da quest'ultime, considerando anche le figg. 124 e 125 è facile ricavare il valore di cos $2a_2$ il quale risulta

$$\cos 2a_2 = \frac{d^2{}_l - r_l^2}{d^2{}_l + r_l^2}$$

Sostituendo ora questo valore nella (34) e considerando nella stessa $a_1 = o$ si ottiene evidentemente il flusso iutile $\Phi_u$ cioè

$$\Phi_u = \pi \cdot I_{mx} \left( \frac{r_l^2}{d_l^2 + r_l^2} \right)$$

Il flusso totale $\Phi_l$ si ricava invece considerando nella stessa (34) $a_1 = o$ ed $a_2 = \pi/2$ cioè

$$\Phi_l = \pi \cdot I_{mx}$$

Il rapporto cercato quindi risulta

$$\frac{e_p}{e_l} = \frac{\Phi_u}{\Phi_l}\, p_o = \frac{1}{1 + (d_l/r_l)^2} \cdot p_o \qquad (36)$$

da cui

$$e_p = p_o\ \frac{e_l}{1 + (d_l/r_l)^2} \qquad (36')$$

Per $p_o$ si possono assumere i seguenti valori [1].

---

[1] Secondo il REEB: *Khinematographietecnik.*

*Tabella IV.* – COEFFICIENTI DI DISPERSIONE LUMINOSA NELLE LENTI.

| N.° delle lenti | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\rho_0$ | 0,92 | 0,85 | 0,78 | 0,71 | 0,66 | 0,60 | 0,56 | 0,51 |

Ciò premesso e ritornando ora al problema concernente la ricerca del valore del flusso luminoso che dovrà irradiare la sorgente per poter eccitare nelle cellule una sufficiente corrente fotoelettrica, necessita allo scopo stabilire la tensione utile d'entrata nel preamplificatore. Infatti, come si vedrà in seguito (ved. § 51), detta tensione non deve scendere al disotto di un determinato valore poichè altrimenti richiede un preamplificatore di elevata amplificazione la quale, com'è noto, provoca anche una certa instabilità di funzionamento del preamplificatore stesso.

Chiamando quindi con « $\mathcal{E}_a$ » detta tensione d'entrata espressa in Volt, con « $\mathfrak{K}$ » ed « $\mathfrak{Z}$ » la sensibilità e l'impedenza della fotocellula rispettivamente espresse in Amp./Lumen (A/L$_m$) ed Ohm e con $R$ il valore in Ohm della resistenza utilizzatrice inserita nel circuito anodico della fotocellula, il flusso « $\Phi_c$ » necessario a quest'ultima risulta dalla (11′) cioè

$$\mathcal{G} = \Phi_c = \frac{\mathcal{E}_a\ (\mathfrak{Z}+R)}{\mathfrak{K}\cdot\mathfrak{Z}\cdot R}\ \text{(Lumen)}$$

Trascurando per ora le perdite nelle lenti e quelle per riflessione e considerando la fig. 127 la (36) diventa

$$\frac{e_c}{e_s} = \frac{\Phi_c}{\Phi_s} = \frac{1}{1+(d_c/r_c)^2}$$

in cui significano

$\Phi_s$ il flusso luminoso irradiato dal soggetto per effetto dell'esplorazione;

$e_s$ la rispettiva densità luminosa;

$\Phi_c$ il flusso luminoso captato dalla cellula;

$e_s$ la rispettiva densità luminosa considerata all'entrata del flusso nella cellula;

$d_c$ la distanza fra la finestra della cellula ed il soggetto;

$2r_c$ il diametro di detta finestra.

Risolvendo la precedente per $e_s$ si ricava

$$e_s = e_c \frac{r_c^2 + d_c^2}{r_c^2} \tag{37}$$

dove però non è nota $e_c$. Per la determinazione di quest'ultima si può scrivere (fig. 128).

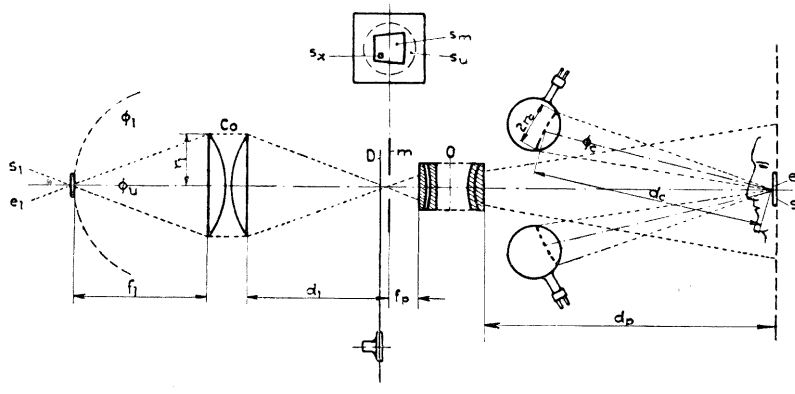



Fig. 127.
Disposizione schematica delle parti ottiche di un trasmettitore a disco di Nipkow a presa diretta.

$$\Phi_c = I_c \cdot \omega_c = e_c \cdot s_c \cdot \omega_c$$

da cui

$$e_c = \frac{\Phi_c}{s_c \cdot \omega_c} \tag{38}$$

e dove sostituendo a $\omega_c$ ed $s_c$ i rispettivi valori facilmente ricavabili, considerando la (31) e l'espressione di $\Phi_u$, cioè

$$\omega_c = \pi \frac{r_c^2}{r_c^2 + d_c^2}, \quad s_c = \omega_c \cdot d_c^2 = \pi \frac{r_c^2}{r_c^2 + d_c^2} d_c^2$$

si ottiene

$$e_c = \Phi_c \frac{(r_c^2 + d_c^2)^2}{\pi^2 \cdot r_c^4 \cdot d_c^2} \tag{38'}$$

Sostituendo ora questo valore di $e_c$ nella (37) si ha

$$e_s = \Phi_c \frac{(r_c^2 + d_c^2)^3}{\pi^2 \cdot r_c^6 \cdot d_c^2} \tag{37'}$$

Ricavata in questo modo la densità luminosa $e_s$ necessaria al soggetto, da quanto sin qui esposto e considerando la fig. 128, se con $e_l$ si chiama la densità luminosa propria alla sorgente, fra $e_s$ ed $e_l$ esiste evidentemente la seguente relazione

$$\frac{e_s}{e_l} = \frac{\Phi_s}{\Phi_l} = \frac{\Phi_u}{\Phi_l} \cdot \frac{1}{\Sigma_p} \cdot \frac{1}{m_o} \cdot \frac{1}{m_c} \tag{39}$$

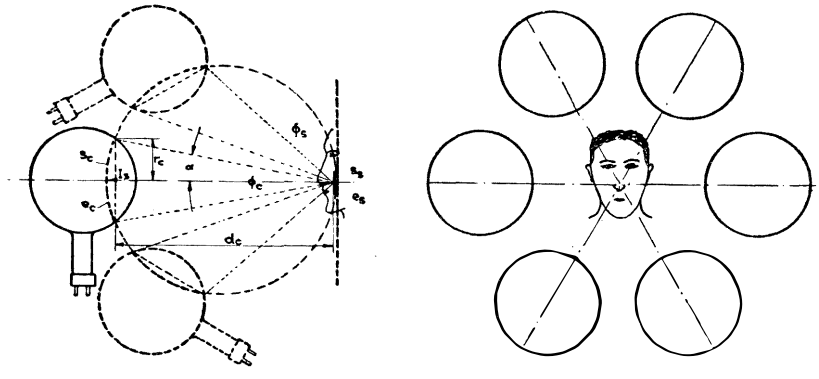



Fig. 128.
Disposizione schematica delle cellule fotoelettriche.

in cui oltre ai simboli già noti significano

$\Phi_l$ il flusso luminoso irradiato dalla sorgente;
$\Phi_u$ il flusso luminoso utilizzato dal dispositivo esploratore;
$\Sigma_p$ la perdita totale di flusso luminoso;
$m_o$ il rapporto d'ingrandimento dell'obiettivo $O$.
$m_c$ » » del condensatore $C_o$

($m_c = s_u/s_l$; per $s_l$ ved. tab. V).

*Tabella V.* – VALORI NORMALI DI $s_l$ PER LAMPADE DI PROIEZIONE (OSRAM).

| Volt c. c. | Watt | $s_l$ cm² | Flusso luminoso tot: Lumen-Hefner |
|---|---|---|---|
| 15 | 600 | 0,8 × 0,9 | 19000 |
| 30 | 900 | 0,12 × 0,125 | 28500 |
| 100 | 1500 | 2,5 × 2,5 | 36500 |
| 100 | 2000 | 2,5 × 2,5 | 49000 |
| 100 | 3000 | 3 × 3 | 76000 |

La perdita totale di flusso luminoso risulta espressa dalla

$$\Sigma_p = \frac{N_a}{t \cdot q \cdot g \cdot p_o \cdot p_r} \tag{40}$$

dove significano

$p_r$ il potere riflettente (medio) del soggetto ($p_r = \sim 0{,}35$);

$p_o$ il coefficiente di dispersione del flusso utile nelle lenti (ved. tab. IV);

$q$ il coefficiente di dispersione del flusso nel dispositivo esploratore (rapporto fra l'area immagine e l'area luminosa proiettata sul disco dalla sorgente: $s_m/s_u = \sim 0{,}75$ ved. fig. 127);

$g$ il coefficiente di utilizzazione dell'area esploratrice [1] (rapporto fra l'area esploratrice reale $x_1^2$ e l'area esploratrice teorica $x^2 = AB/N_a$);

$N_a$ il numero delle aree elementari dell'immagine;

$t$ il numero delle cellule fotoelettriche impiegate.

Per sostituzione la (39) diventa

$$\frac{e_s}{e_l} = \frac{r_l^2}{r_l^2 + f_l^2} \cdot \frac{t \cdot q \cdot g \cdot p_o \cdot p_r}{N_a \cdot m_o \cdot m_c}$$

da cui risolvendo per $e_l$ e sostituendo ad $e_s$ il valore più sopra

[1] La sezione del foro esploratore sul disco dev'essere un po' maggiore di quella teorica allo scopo di evitare il formarsi sull'immagine delle cosidette « righe cieche »: $x_1^2/x^2 = \sim 1{,}2$.

trovato si ottiene infine

$$\boxed{e_l = \Phi_c \frac{(r_c^2 + d_c^2)^3}{\pi^2 \cdot r_c^6 \cdot d_c^2} \cdot \frac{r_l^2 + f_l^2}{r_l^2} \cdot \frac{N_a \cdot m_o \cdot m_c}{t \cdot q \cdot g \cdot p_o \cdot p_r}} \qquad (39')$$

dove esprimendo $\Phi_c$ in Lumen-Hefner e $r_c$, $r_l$, $f_l$ ecc., in cm, $e_l$ risulta in CH/cm².

Ora, allo scopo di poter far lavorare il trasmettitore usando una sorgente che abbia una bassa densità luminosa (per non indisporre il soggetto od i soggetti che si trasmettono), l'esame della (39′) consiglia senz'altro di disporre gli elementi nel progetto in modo da far risultare minimi i valori delle grandezze $d_c$, $f_l$, $N_a$, $m_o$, $m_c$, e massimi quelli delle grandezze $\Phi_c$, $r_c$, $r_l$, $p_o$, $t$, $q$, $g$ e $p_r$.

Pertanto, delle suddette grandezze poichè $d_c$, $f_l$, $N_a$, $m_o$, $q$, $p_r$ e $g$ dipendono essenzialmente dalle caratteristiche di esplorazione, sono suscettibili di variazioni i soli valori $\Phi_c$, $r_c$, $t$, $r_l$ e $p_o$.

Di quest'ultimi $\Phi_c$ ed $r_c$ aumentano coll'aumentare delle dimensioni della cellula e consigliano quindi l'uso di cellule a grande superfice catodica; $t$, come si vedrà in seguito (1) non può oltrepassare un determinato valore (6÷8) dopo il quale non è più possibile ottenere una razionale utilizzazione del flusso riflesso; $r_l$ e $p_o$ dipendono essenzialmente dal sistema ottico impiegato per convergere il flusso luminoso utile sul disco esploratore. Infatti a questo scopo si possono usare tre sistemi e cioè il condensatore ottico, lo specchio parabolico e il condensatore ottico abbinato allo specchio parabolico.

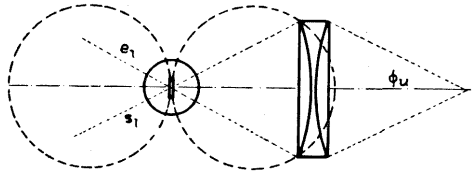


Fig. 129.
Sorgente luminosa con condensatore.

Nel primo sistema (fig. 129) $r_l$, per ovvie ragioni pratiche, non può sorpassare il valore di 12,5 cm., mentre $p_o$ va scelto in base al numero di lenti che sono contenute lungo il percorso del raggio luminoso dalla sorgente al catodo della cellula fotoelettrica.

Nel secondo sistema invece (fig. 130) $r_l$ può raggiungere valori

(1) Per trasmettitori di immagini mezzobusto.

maggiori (18 cm.) e $p_o$ risulta notevolmente migliorato poichè mancano le lenti proprie al condensatore.

Nel terzo sistema infine (fig. 131), $r_l$ può essere di valore eguale a quello precedente, inquantochè l'aggiunta del condensatore ha l'unico scopo di raccorciare la distanza focale propria al riflettore parabolico; $p_o$ quindi assume un valore eguale a quello del primo sistema.

Ora, premesso che le case costruttrici di lampade elettriche indicano di preferenza, il flusso luminoso totale che emette il corpo luminoso (ved. tab. V e VII) e poichè sin qui è nota la sola densità

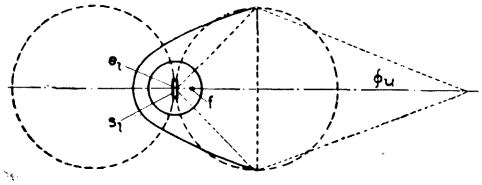



Fig. 130.
Sorgente luminosa con riflettore parabolico.

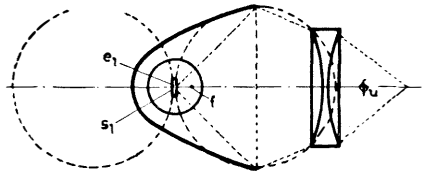



Fig. 131.
Sorgente luminosa con condensatore e riflettore parabolico.

luminosa $e_l$ propria alla sorgente, il valore del corrispondente flusso totale emittente risulta evidentemente dalla relazione

$$\boxed{\Phi_t = \frac{e_l \cdot m_c \cdot 2\pi}{p_l \cdot s_m}} \tag{41}$$

dove oltre ai simboli già noti significano:

$\Phi_t$ il flusso luminoso totale che emette la sorgente;

$p_l$ un coefficiente di dispersione luminosa dipendente dal sistema ottico impiegato e che si può assumere: $p_l = 0{,}95$ per il sistema a condensatore; $p_l = 1{,}23$ per i sistemi a specchio parabolico ed a specchio parabolico-condensatore.

Riassumendo quindi, qualora non vi siano limitazioni di spazio (trasmettitori fissi), il secondo sistema è evidentemente il migliore poichè permette di realizzare un valore elevato per le grandezze $r_l$, $p_o$ e $p_l$. In quei casi invece dove l'ingombro del trasmettitore è limitato (trasmettitori rotabili) conviene ricorrere all'impiego del

terzo sistema il quale sebbene realizzi per $p_o$ un valore più sfavorevole di quello precedente, consente però di ottenere la minima distanza fra la sorgente luminosa ed il disco esploratore.

Determinato dunque in base alle suesposte considerazioni il flusso luminoso che deve emettere la sorgente per provocare, all'entrata del preamplificatore, il prefissato valore di $\mathcal{E}_a$, la scelta del tipo di lampada va fatta tenendo presente che nei trasmettitori a disco la costanza di luminosità del raggio esploratore è soddisfatta solo nel caso che il corpo luminoso abbia la stessa densità luminosa in qualunque punto della sua superficie. Di conseguenza detto corpo luminoso dovrà essere costituito da filamenti a nastro di opportuna lunghezza e tesi uno vicino all'altro in modo da formare la richiesta superfice luminosa ($s_l$) (1).

Questa particolare esigenza concernente la costituzione del corpo luminoso fa evidentemente risultare la lampada a bassa tensione di alimentazione (16÷30 V.) ed a forti intensità.

Dal consumo in Watt per candela o per lumen sarà poi facile prevedere la batteria d'accumulatori ed il rispettivo raddrizzatore o gruppo convertitore necessario per la ricarica durante le ore in cui il trasmettitore non funziona.

Per quanto concerne il piazzamento della lampada sarà bene che la lampada stessa col mezzo di viti-guide, e dal di fuori della rispettiva lanterna, possa essere spostata in tutti i sensi allo scopo di ottenere sul disco, a mezzo del condensatore, un'area illuminata il più uniformemente possibile.

A seconda poi del valore dell'intensità luminosa della lampada la rispettiva lanterna può esssere sia del tipo « autoventilato » (lanterne cinematografiche) che del tipo a « ventilazione forzata ». Generalmente dopo le 1500 candele si preferisce ricorrere al tipo a ventilazione forzata poichè consente l'installazione di lampade a elevato candelaggio in lanterne aventi un ingombro minimo. Si rammenta che in quest'ultimo tipo di lanterna la ventilazione può essere ottenuta sia sistemando il ventilatore nella stessa lanterna che conducendovi l'aria fredda, prodotta da un ventilatore separato,

---

(1) Ciononostante però, la discontinuità della densità è ancora sensibile e si preferisce aumentare le perdite luminose facendo cadere l'immagine di $s_l$ dopo il disco (aumenta $m_c$ e diminuisce $q$) in modo che la corrispondente sfuocatura rende più uniforme la distribuzione della densità sul disco esploratore.

a mezzo di adatte maniche a vento flessibili; in ambedue i casi però è di somma importanza che l'aria di ventilazione non colpisca direttamente la lampada.

Data poi la breve durata che hanno generalmente simili tipi di lampade (100÷125 ore) sarà bene che la lampada stessa non venga mai sovraccaricata. Perciò, sul trasmettitore stesso, od anche sul quadro di manovra, si rende necessaria l'installazione di un voltmetro e di un amperometro nonchè di un reostato allo scopo di poter far lavorare la lampada con i valori di tensione e di corrente prescritti dal fabbricante.

*Sistemi ottici.* — L'ottica di un trasmettitore a disco è molto semplice e viene perciò realizzata con due soli sistemi i cui scopi sono rispettivamente di concentrare il flusso luminoso sul disco esploratore (condensatore, specchio parabolico, ecc.) e di proiettare l'area a manifestazione istantanea apparente sul soggetto che si trasmette (obiettivo). Del primo sistema si è già parlato più sopra e si accennerà perciò al solo obiettivo.

Per quanto concerne quest'ultimo, è indispensabile anzitutto che il diametro delle rispettive lenti sia tale da permettere la proiezione dell'area a manifestazione istantanea apparente che si forma sul disco. Date perciò le attuali dimensioni di quest'area (in media 25 × 45 mm.), per poter diminuire le distanze « $f_p$ » e « $d_p$ » (fig. 127) l'obiettivo deve essere della massima luminosità (ö = 1/1,2). Il rispettivo rapporto d'ingrandimento ($m$) va scelto evidentemente secondo la grandezza della visione reale che deve venir trasmessa. Generalmente però, anzichè di un solo obiettivo, il trasmettitore è provvisto di una muta di obiettivi facilmente intercambiabili i cui rapporti d'ingrandimento sono tali da poter permettere l'esplorazione intera o parziale dei soggetti, senza spostare nè il trasmettitore nè i soggetti stessi.

Di somma importanza è poi la profondità di fuoco dell'obbiettivo, poichè da essa può dipendere la bontà della trasmissione. Infatti, usando un obiettivo a fuoco poco profondo, a causa dei continui movimenti del soggetto, l'area esploratrice si sfuoca e dà luogo a delle correnti fotoelettriche che non sono più corrispondenti al rispettivo dettaglio esplorato e che deformano le immagini nei ricevitori.

*Maschera limitatrice.* — La maschera limitatrice dell'area a manifestazione istantanea apparente assume particolare importanza nel caso che si tratti di un trasmettitore a disco che utilizzi sia la frequenza di base che un impulso incanalato quale segnale sincronizzante.

In generale poi, in qualunque trasmettitore a disco, una maschera limitatrice male eseguita o mal regolata può essere fonte di notevolissime distorsioni dell'immagine. Infatti, considerando la fig. 132, i lati $a$ ed $a_1$, per ragioni d'esplorazione ben evidenti e già discusse, devono coincidere esattamente con i due raggi che dal centro del disco raggiungono i lati interni di due fori consecutivi originando ciò che si è già chiamato angolo di fase ($\alpha$).

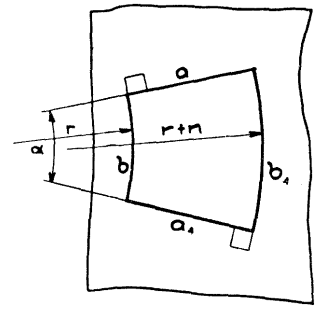


Fig. 132.

I lati $b$ e $b_1$ invece devono coincidere con il lato interno (rispetto al centro del disco) del primo foro e con il lato esterno dell'ultimo foro del disco, cioè in modo che $b$ corrisponda all'arco che descrive il lato interno del primo foro percorrendo l'angolo di fase, e che $b_1$ corrisponda all'arco che descrive il lato esterno dell'ultimo foro percorrendo lo stesso angolo di fase.

Se quindi la maschera limitatrice non soddisfa alle suddette condizioni sia per i lati $b$ che per i lati $a$, il risultato pratico che ne consegue nei ricevitori è che le false posizioni dei lati $b$ esistenti nel trasmettitore provocano delle striscie luminose permanenti in vicinanza degli archi $b$ e $b_1$ dell'immagine che si riceve, per i lati $a$ invece due casi ben distinti si presentano e cioè i lati $a$ possono essere o esterni o interni all'angolo di fase.

Nel primo caso (fig. 133 $a$), risulta che l'area esplorata verrà ridotta dalle superfici tratteggiate con l'effetto pratico di dare una frequenza di base più spiccata a maggiore vantaggio del segnale sincronizzante, ma che ridurrà l'area utile di esplorazione dando luogo nel ricevitore a due rispettive righe nere.

Nel secondo caso invece (fig. 133 $b$), per ogni passaggio di foro si verificherà il fatto che nell'istante del passaggio stesso vi saranno due fori consecutivi inclusi nell'area esplorata e cioè uno in alto e

uno in basso, i quali anzitutto annulleranno la frequenza $f_b$ a danno del segnale sincronizzante — poichè invece di avere in quell'istante una corrente fotoelettrica nulla, si avrà una corrente fotoelettrica massima — ed in secondo luogo, nell'immagine che si riceve, si origineranno due righe luminose più o meno sfumate le quali oltrechè ridurre l'area utile, produrranno anche delle distorsioni notevoli di tutti quei dettagli che verrebbero a trovarsi in prossimità delle righe stesse.

Ora, per evitare simili inconvenienti, è indispensabile che la maschera limitatrice sia costruita in modo che sia possibile un'e-

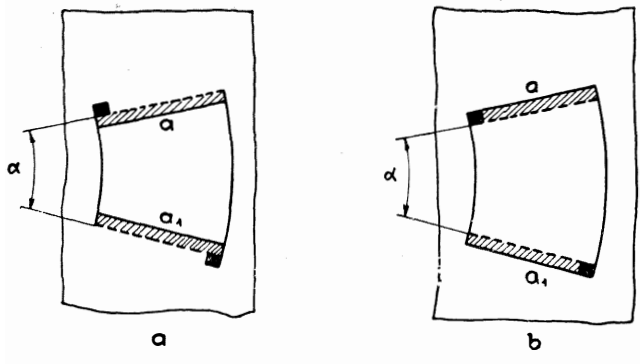



Fig. 133.

ventuale messa a punto dei rispettivi lati ed archi. Così sarà anche possibile far lavorare il trasmettitore con una frequenza di base tale da soddisfare tanto l'effetto sincronizzante che la bontà della trasmissione.

Sin qui per trasmettitori utilizzanti la frequenza di base quale segnale sincronizzante.

Per trasmettitori invece con sincronismo a segnale incanalato, la maschera limitatrice deve esser tale da dar luogo, nel trasmettitore della fig. 133 *a*, a due zone inutilizzate dell'area a manifestazione istantanea apparente, dove, com'è noto, vengono inclusi gli impulsi del segnale incanalato (ved. figg. 101 e 102). Se per generare detti impulsi si utilizza il disco esploratore, la maschera limitatrice deve allora essere provvista di un secondo foro (v. fig. 103) il cui lato (quello parallelo al senso di esplorazione) deve essere eguale allo spessore della zona inutilizzata ($T/n$). Di conseguenza, per facili-

tare la messa a punto del segnale incanalato, sarà bene che anche detto foro, al pari dell'apertura « immagine » della maschera, possa essere a sezione variabile [1]. Per la scelta del valore $T/n$ si può porre

$$T/n = t \quad ; \quad B/n = s$$

dove

$t$ = durata dell'impulso incanalato;

$s$ = spessore della zona inutilizzata dell'immagine (spessore della riga luminosa nei ricevitori) e stabilire (ved. § 42) se i ricevitori dovranno o no essere corredati di uno speciale oscillatore (generatore di oscillazioni rovesciate. Nel primo caso affinchè il segnale produca un energico impulso sincronizzante necessita che sia $s = B/4$, quindi $n = 4$; nel secondo caso invece è sufficiente che $s$ sia eguale al lato $x$ dell'area elementare, quindi $n = B/x$.

È poi di somma importanza, qualunque sia il sistema di sincronismo adottato, che la maschera limitatrice sia piazzata immediatamente dopo il disco esploratore, per evitare che un'eventuale difettosa messa a fuoco del condensatore ottico o del riflettore, provochi delle visibili distorsioni dell'immagine.

*Motore.* — Per i motivi già discussi il motore deve poter mantenere il più possibile la sua velocità costante, per non richiedere alla ruota sincrona una coppia sincronizzante maggiore di quella che la stessa ruota potrebbe fornire, utilizzando la massima energia erogabile dall'oscillatore a diapason. Dal punto di vista della costanza di velocità, è bene che il motore stesso sia a corrente continua, alimentato a tensione costante (batteria di accumulatori) ed eccitato in derivazione. È pure bene usare una bassa tensione di alimentazione allo scopo di ottenere un rotore di grande massa il quale evidentemente sentirà molto meno le eventuali variazioni di campo, dovute a brusche variazioni nell'alimentazione (cattiva commutazione o cattivo stato del collettore).

Inoltre per ragioni di scorrevolezza, di centratura e di minore manutenzione, anche dopo un certo periodo di funzionamento del motore, sarà bene prevedere il rotore dello stesso montato su

[1] A questo scopo conviene usare un normale diaframma fotografico.

cuscinetti a sfere. Il motore va costruito per la stessa velocità con la quale deve girare il disco, tenendo però presente la necessità di inserire un reostato sul campo per la messa a punto della velocità stessa.

Per quanto concerne la potenza che deve sviluppare il motore per mettere e mantenere in rotazione il disco, il rispettivo calcolo risulterebbe impreciso e complesso inquantochè, a parte l'energia necessaria all'avviamento, la potenza assorbita per mentenere in rotazione il disco, eccezione fatta per le perdite elettriche e meccaniche del complesso, è sola funzione dell'attrito che produce il disco girando nell'aria e bisognerebbe quindi ammettere nel calcolo, dei lavori negativi dovuti a spostamenti eccentrici e vibrazioni le quali se anche non raggiungono delle grandi ampiezze, rappresentano però sempre una certa perdita d'energia.

Comunque, anche se trattasi di un disco non perfettamente equilibrato, l'energia assorbita per tenerlo in moto è minima. Infatti, da prove eseguite su dischi sino ai 700 mm. di diametro giranti a 800 giri, il motore assorbiva 25 Watt. L'avviamento invece richiedeva una coppia 2,5 volte la normale per la durata di qualche secondo, ma, com'è noto, qualunque motore può sopportare simili sovraccarichi anche per parecchi minuti, senz'essere danneggiato. Perciò scegliendo il motore in base alla sola potenza assorbita al numero prescritto di giri, sono anche previsti un certo numero di avviamenti-ora che in questo caso specifico di applicazione, non possono in nessun modo riscaldare pericolosamente il motore.

La seguente tabella, potrà servire d'aiuto alla scelta del tipo di motore, rispetto al diametro e tipo di disco usato.

*Tabella VI.* – POTENZE MOTRICI NECESSARIE PER DISCHI ESPLORATORI TIPO NORMALE.

| Diametro disco ..... | sino a 500 mm. | da 500 a 650 mm. |
|---|---|---|
| Potenza (resa) Watt disco in alluminio con razze ($s = 0{,}6$ millimetri) ..... | 15 | 20 |
| disco in allum. pieno ($s = 0{,}6$ mm) .... | 20 | 30 |
| Tensione di alimentazione Volt ..... | 8 | 8 |
| Giri ..... | 750 | 750 |

*b*) TRASMETTITORE TIPO A SPECCHI ROTANTI.

§ 48. RUOTA A SPECCHI. — Analogamente a quanto si è fatto al paragrafo 46 nella ricerca delle principali relazioni concernenti il disco esploratore, anche per la ruota a specchi al costruttore necessita conoscere le varie espressioni che legano le note caratteristiche dell'immagine con le dimensioni della ruota e come le caratteristiche ottico-meccaniche di quest'ultima possano influire sulla densità luminosa della sorgente.

Pertanto le stesse considerazioni iniziali fatte per il disco allo scopo di ricavare il numero delle aree elementari ($N_a$) valgono anche per la ruota a specchi.

Conosciuto quindi $N_a$ e ricordando che $N_a = AB/x^2$ si consideri quindi la fig. 134 dove si è schematicamente illustrata la disposizione ottica di un dispositivo esploratore a specchi rotanti.

$R_s$ è la ruota a specchi sulla quale sono sistemati $N_s$ specchi. Ciascun specchio ha una diversa inclinazione, rispetto all'asse di rotazione, in modo che ognuno di essi si comporta analogamente ai singoli fori di un disco di Nipkow. L'area a manifestazione istantanea apparente si forma sul piano $S_s$ ed è dovuta al rapido movimento della proiezione dell'area esploratrice $x^2$ della maschera $M$ la cui immagine infatti, dopo esser stata riflessa e deviata dallo specchio, cade esattamente sul piano $S_s$.

Ciò premesso, se con $N_s$ si indica il numero degli specchi piazzati sulla ruota, con $\alpha$ l'angolo di fase e con $\beta$ l'angolo d'inclinazione totale, cioè l'angolo compreso fra il primo e l'ultimo specchio, dalla fig. 134 si ricavano le seguenti relazioni geometriche.

$$\alpha = \frac{2\pi}{N_s} \tag{42}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{ED}{DC} = \frac{B}{2\,DC} \quad \text{da cui } B = \operatorname{tg} \alpha \cdot 2\,DC\,;$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{HD}{DC} = \frac{A}{2\,DC} \quad \text{da cui } A = \operatorname{tg} \beta \cdot 2\,DC\,;$$

ricordando che $B/A = z$ si ha

$$z = \frac{B}{A} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} \text{ (1)} \tag{43}$$

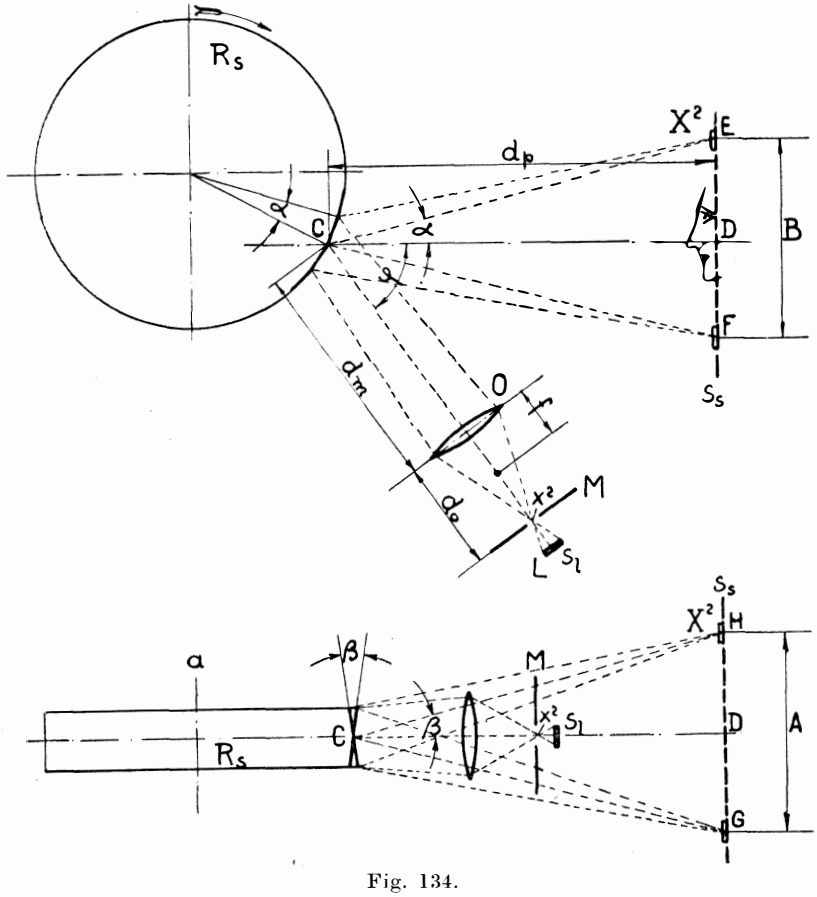



Fig. 134.
Disposizione schematica delle parti ottiche di un trasmettitore a specchi rotanti a presa diretta (usando tale disposizione gli specchi della ruota devono essere metallici).

Fissati $\alpha$ e $\beta$ quest'ultime dimostrano come le dimensioni $A$ e $B$ dell'immagine dipendono solamente dalla distanza $d_p$, mentre,

(1) La (43) è esatta qualora la superfice $S_s$ appartenga ad una sfera con il centro in $C$. Praticamente però dato che gli angoli $\alpha$ e $\beta$ sono piccoli e provvedendo ad incurvare leggermente il piano $S_s$, l'errore che ne risulta è così piccolo da poter essere trascurato.

contrariamente a quanto avviene nel trasmettitore a disco, l'obiettivo ($O$) serve a stabilire le giuste dimensioni dell'area esploratrice relativa ($x^2$) propria alla maschera $M$.

Infatti, supponendo che l'area esploratrice sia quadrata, considerando la fig. 133 si può scrivere

$$X = \frac{A}{N_s} = \frac{B}{z \cdot N_s} \tag{14}$$

Inoltre dalla (42) e ponendo con sufficiente approssimazione $\alpha = B/2\ d_p$ si ha

$$\frac{2\pi}{N_s} = \frac{B}{2\ d_p} \quad \text{da cui} \quad d_p = \frac{B \cdot N_s}{4\ \pi} \tag{45}$$

Chiamando ancora con « $m$ » il rapporto d'ingrandimento dell'obiettivo ($O$), cioè (per l'area esploratrice di forma quadrata) il rapporto $X/x$, con « $d_m$ » e « $d_o$ » (fig. 134) le rispettive distanze fra obiettivo e specchio e fra obiettivo e maschera limitatrice e con « $f$ » la distanza focale dell'obiettivo stesso, si hanno le note relazioni

$$\frac{X}{x} = \frac{d_o}{d_p + d_m} \ ; \ \frac{1}{d_p + d_m} + \frac{1}{d_o} = \frac{1}{f}$$

Ora, da quest'ultime e considerando la (45) è facile ricavare il valore « $x$ » cercato e cioè

$$x = \frac{B\ (d_o - f)}{z \cdot N_s \cdot f} \tag{46}$$

A questo punto però, è utile osservare che la disposizione ottica fin qui considerata (fig. 134), richiede per il suo perfetto funzionamento, che gli specchi della ruota siano degli specchi ad una sola faccia riflettente, inquantochè qualsiasi riflesso parassitario (specchi di vetro) renderebbe l'esplorazione meno precisa.

Infatti, usando degli specchi di vetro che sieno piazzati p. es. con l'argentatura rivolta verso il centro della ruota, si hanno due riflessi e cioè uno principale dovuto all'argentatura ed uno secondario o parassitario dovuto alla superficie riflettente del vetro. Poichè

quest'ultimo riflesso coincide col principale solamente per lo specchio che è parallelo all'asse di rotazione (specchio medio), ne risulta che tutti gli altri specchi producono delle righe secondarie le quali disturbano l'esplorazione producendo un offuscamento.

Premesso che la ruota a specchi di vetro è più economica di quella a specchi metallici, conviene senz'altro eliminare otticamente il riflesso parassitario disponendo gli specchi su di un percorso di raggi paralleli ed introducendo perciò nel sistema ottico

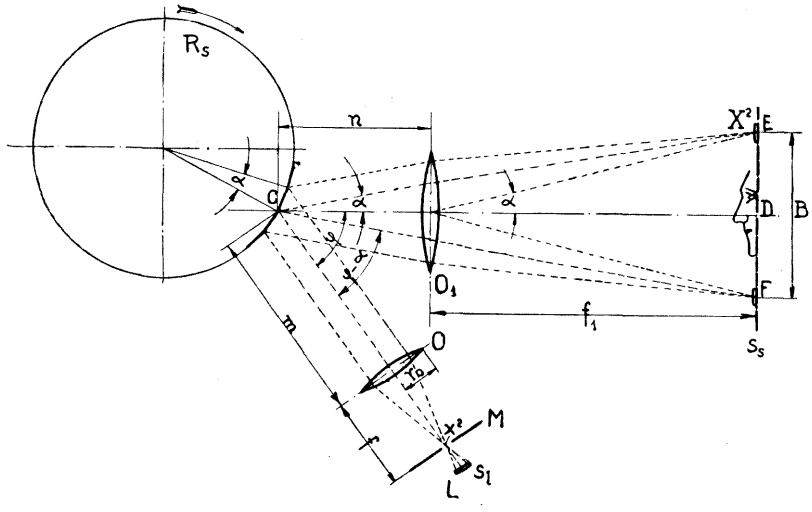



Fig. 135.
Disposizione schematica delle parti ottiche di un trasmettitore a specchi rotanti a presa diretta (usando tale disposizione gli specchi della ruota possono essere di vetro con l'argentatura rivolta internamente).

precedente un secondo obiettivo $O_1$ (fig. 135). Allo scopo, è ovvio che la maschera $M$ deve trovarsi nel piano focale di $O$ ed il piano $S_s$ nel piano focale di $O_1$ (fig. 136).

Di conseguenza analogamente a quanto si è fatto per la disposizione ottica di fig. 134 (ad eccezione delle espressioni 42, 43 e 44, le quali rimangono evidentemente inalterate e quindi valevoli anche per questo caso) si può porre

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{B}{2 f_1} \quad \text{da cui } B = \operatorname{tg} \alpha \cdot 2 f_1$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{A}{2 f_1} \quad \text{da cui} \quad A = \operatorname{tg} \beta \cdot 2 f_1$$

e

$$f_1 = \frac{B \cdot N_s}{4 \pi} \tag{45'}$$

dalle quali si rileva che, fissati gli angoli $\alpha$ e $\beta$, le dimensioni dell'immagine dipendono, in questo caso, dalla distanza focale ($f_1$) dell'obiettivo $O_1$.

Anche in questa disposizione ottica, come nella precedente, l'obiettivo $O$ determina le dimensioni dell'area esploratrice relativa ($x^2$) propria alla maschera limitatrice $M$. È necessario aggiungere

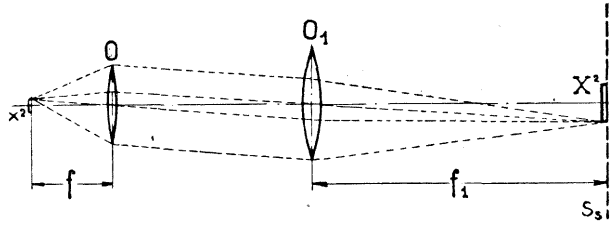



Fig. 136.

però che se, approfittando di quest'ultima circostanza, nel caso precedente la variazione di $d_o$ rende possibile la messa a punto delle dimensioni della proiezione $X^2$, nella presente disposizione invece la necessità di ottenere un percorso di raggi paralleli fra gli obiettivi $O$ ed $O_1$ toglie ogni possibilità di messa a punto. Ne deriva che, fissato il valore di una delle grandezze $f$ od $x$, il valore corrispondente dell'altra dovrà poi essere scrupolosamente mantenuto nella disposizione pratica delle parti; in caso contrario, le righe dell'esplorazione si distanzieranno oppure si sovrapporranno a seconda che (supposto fisso $f$) l'area $x^2$ risulti rispettivamente minore o maggiore di quella ricavata dal calcolo.

Pertanto, considerando la fig. 136 e supponendo che l'area esploratrice sia di forma quadrata si può scrivere

$$\frac{X}{x} = \frac{f_1}{f}$$

Da quest'ultima e dalla (44) e (45′) si ricava

$$x = f \frac{4\pi}{z \cdot N_s^2} \tag{47}$$

Per evitare però che i valori $f$ ed $x$ debbano essere scrupolosamente osservati durante la costruzione del trasmettitore, e per facilitare inoltre la messa a punto dell'area $X^2$, conviene costruire o l'obiettivo $O$ o la maschera $M$ in modo che i rispettivi valori $f$ od $x$ possano essere facilmente variati.

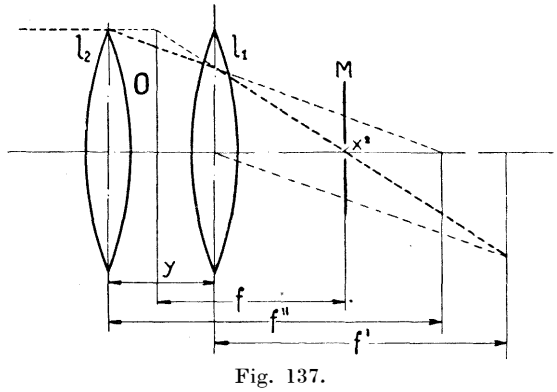



Fig. 137.

Ora, se l'area esploratrice è di forma rotonda è facile rendere variabile $x$ usando quale maschera limitatrice un normale diaframma fotografico; se l'area esploratrice è invece di forma quadrata conviene allora sostituire all'obiettivo $O$ un'obiettivo a distanza focale variabile.

Un simile obiettivo (fig. 137) può essere costruito con due lenti $l_1$ e $l_2$ le quali devono avere ognuna una distanza focale ($f'$ e $f''$) che sia almeno corrispondente al valore $2\,f$ e devono essere fra loro distanti di un determinato valore $y$ ricavabile dalla seguente relazione

$$f = \frac{f' - y}{f' \cdot f''} + \frac{1}{f'} \tag{47'}$$

È ovvio che l'obiettivo deve essere costruito in modo che il valore $y$ così calcolato, possa essere variato (anche micrometricamente

in più od in meno di un valore (circa 25% di $y$) sufficiente a consentire la messa a punto dell'area $X^2$.

Allo scopo di ottenere una soddisfacente regolarità di esplorazione, è poi di grande importanza la scelta dell'angolo $\varphi$ (figg. 134 e 135).

Infatti, qualora si tenga presente come si forma l'area a manifestazione istantanea apparente sullo schermo $S_s$, è facile constatare che l'area esploratrice varia leggermente la sua superficie spostandosi da $E$ verso $F$ e più precisamente è massima in $E$ e minima in $F$.

Questa variazione è evidentemente tanto maggiore quanto più grande è l'angolo $\varphi$ ed il percorso $E\,F$ mentre l'effetto che ne risulta è quello di far assumere all'immagine una forma più o meno trapezoidale [1].

Chiamando con $a_1$ ed $a_2$ i lati paralleli del trapezio, e più precisamente con $a_1$ il lato maggiore e con $a_2$ quello minore, si dimostra che il grado di distorsione, cioè il rapporto $a_1/a_2$, risulta espresso da

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{\cos\,(\varphi - \alpha/2)}{\cos\,(\varphi + \alpha/2)}$$

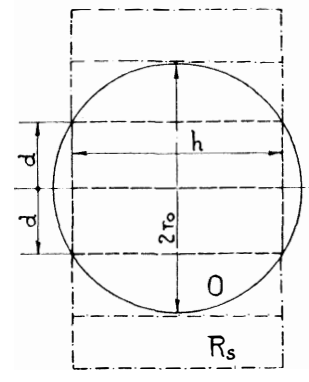


Fig. 138.

Fissato perciò il numero degli specchi e quindi l'angolo $\alpha$, in base alle considerazioni fin qui esposte per la ruota a specchi, il grado di distorsione dipende direttamente dal valore di $\varphi$. Di conseguenza sarà bene sistemare le parti in modo che l'angolo $\varphi$ risulti il minimo possibile ($16 \div 26°$).

Le dimensioni « $h$ » e « $d$ » degli specchi si ricavano considerando la fig. 138.

Premesso infatti che, allo scopo di ottenere il medesimo ordine di esplorazione proprio al disco di Nipkow, l'obiettivo $O$ illumini contemporaneamente due specchi della ruota, si può scrivere

$$4\,r_o^2 = h^2 + 4\,d^2 \quad \text{da cui} \quad h = \sqrt{4\,r_o^2 - 4\,d^2} \qquad (48)$$

e dove per « $r_o$ » e « $d$ » si ricorda che (fig. 135)

[1] Effettivamente i lati non paralleli sono delle linee curve.

$$\frac{2\,r_o}{f} = \ddot{o} = > 1/1{,}2$$

$$d = \sim \frac{D_s \cdot \pi}{N_s} \tag{49}$$

in cui $D_s$ è il diametro della ruota. Si fa presente che $D_s$ deve inoltre soddisfare la (30) cioè

$$v = \mathrm{D}_s \cdot \pi \cdot i_s \ (m/s).$$

dove si assume

$v = 12\ m/s$ per specchi trattenuti da mastice;

$v = 25\ m/s$ per specchi trattenuti meccanicamente.

Chiamando infine con $2\,r_o'$ il diametro dell'obiettivo $O_1$ considerando la fig. 135 si può porre

$$n = \frac{r_o'}{\mathrm{tg}\,\alpha} \tag{50}$$

in cui per $r_o'$ si rammenta che

$$\frac{2\,r_o'}{f_1} = \ddot{o}' = > 1/1{,}2$$

Per quanto concerne le considerazioni costruttive da tener presente nel disegnare le parti meccaniche della ruota, si ricorda che l'esigenza principale è di ottenere la massima «leggerezza» non disgiunta ad una sufficiente «rigidità».

Infatti, a parità di diametro ($D_s$) e di superficie di specchio, il peso della ruota influisce direttamente sul valore della rispettiva potenza motrice necessaria, dalla quale, com'è noto, dipende poi il valore della potenza sincronizzante.

Pertanto, oltre a tollerare velocità due volte superiori a quella normale, senza dar luogo ad alcuna vibrazione, la ruota non dovrà manifestare difetti dovuti a delle deformazioni elastiche. È facile accorgersi dell'originarsi di tali deformazioni, quando aumentando gradatamente la velocità si constata che l'area a manifestazione istantanea apparente incomincia a rigarsi.

Particolare influenza sull'entità di detta deformazione ha il sistema che si adotta per l'aggiustaggio degli specchi sulla ruota. A questo proposito si consiglia di non far agire le viti di aggiustaggio direttamente sullo specchio, poichè, a meno che non si ricorra a degli specchi di eccezionale spessore, ne risulterebbe una inevitabile deformazione dello specchio stesso. Inoltre la forza centrifuga che si sviluppa a velocità normale, agendo sugli specchi può modificare la messa a punto che viene eseguita a velocità molto ridotta.

Si rimedia a tali inconvenienti, sistemando lo specchio su di un robusto nottolino sul quale si fanno agire le viti di aggiustaggio. Lo specchio viene applicato con un forte mastice e con delle graffette laterali per modo che, risultando la forza centrifuga uniformemente distribuita su tutta la sua superficie, non può dar luogo a delle deformazioni.

Gli specchi possono essere sia metallici che di vetro. Benchè si debba ricorrere all'eliminazione del riflesso parassitario, lo specchio di vetro ha trovato maggior applicazione.

Infatti in paragone allo specchio metallico, quello di vetro è più economico, di maggiore durata, possiede un maggiore potere riflettente ed è più leggero.

Qualora si desideri usare degli specchi metallici si ricorda che i migliori tipi adatti a questo scopo sono lo specchio d'acciaio (non temperato), lo specchio di Ross e lo specchio di magnalio [1] o di Mach. Questi specchi devono essere ricoperti da un sottile strato di vernice trasparente (collodio) che li protegga dall'azione degli agenti atmosferici i quali intaccando col tempo la superficie levigata ne ridurrebbe il potere riflettente.

Quale materiale da usarsi per la costruzione della lanterna della

---

[1] Si rammenta che il magnalio per specchi è una lega composta di circa 50 parti di alluminio e 50 di manganese. È molto friabile, possiede una struttura amorfa ed è molto leggero (p. sp. $= \sim 2$). È dotato di un elevato potere riflettente (84%) il quale rimane pressochè costante nell'intervallo dello spettro compreso fra i limiti $\lambda = 260 - 1500$ millimicrom. Si presta ottimamente alla levigatura e resiste meglio di ogni altra lega per specchi all'azione degli agenti atmosferici.

La sua struttura non permette nè la laminazione nè il taglio e desiderando quindi ricavarne degli specchi ciascuno di essi deve venir fuso separatamente.

Affinchè conservi le suddette proprietà ottico-meccaniche, il magnalio deve venir fuso fuori contatto dell'aria, solidificato sotto pressione (90 atm.) e raffreddato nell'olio di lino.

ruota si consiglia il duralluminio il quale permette minimi spessori di fusione senza compromettere la resistenza del pezzo. La lanterna può essere anche stampata, ma è ovvio che una simile lavorazione è adatta solamente per la produzione in grande serie. In ogni caso sarà bene che la forma della lanterna risulti tale da offrire la minima resistenza aereo dinamica inquantochè anche quest'ultima può notevolmente influire sul valore della potenza motrice.

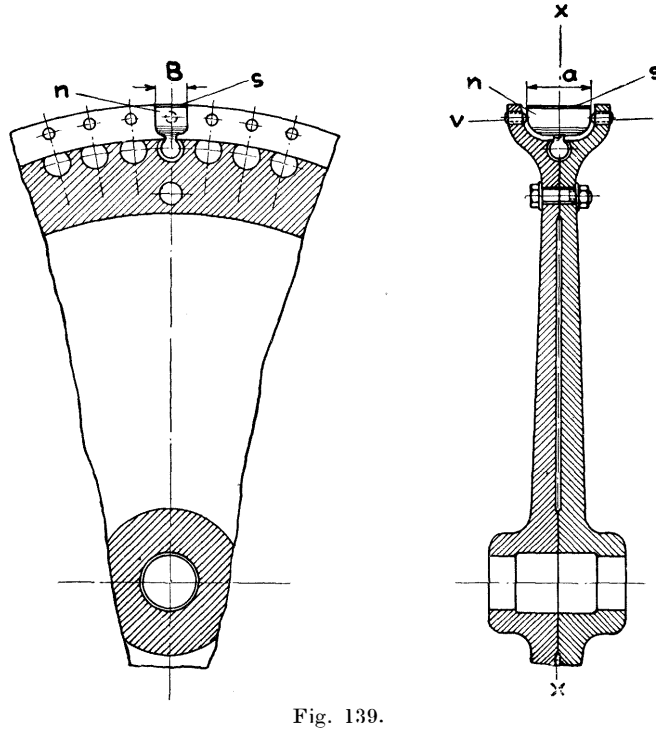



Fig. 139.

*n*, nottolino; *s*, specchietto; *v*, viti d'aggiustaggio.

La fig. 139 illustra un tipo di ruota dove si è tenuto conto degli accorgimenti costruttivi ora esposti [1].

[1] È evidente che la ruota a specchi non entrerà nelle possibilità dell'amatore fintantochè non si sarà eliminato l'aggiustaggio degli specchi. Infatti, del costo totale della ruota quasi l'80% è dovuto alla lavorazione delle parti inerenti al sistema d'aggiustaggio. Si è pensato perciò di eliminarlo fondendo gli specchi e la lanterna in un sol pezzo usando quale materiale il magnalio.

Le prove eseguite hanno dato ottimi risultati, e, dati i vantaggi che offre la ruota a specchi di fronte al disco, non è da escludersi che un simile tipo economico di ruota possa sostituire completamente l'attuale disco.

§ 49. Sorgente luminosa – Sistemi ottici – Maschera limitatrice – Motore. — A differenza del trasmettitore a disco, il trasmettitore a specchi rotanti non richiede, per il suo buon funzionamento, che la sorgente luminosa abbia il rispettivo corpo luminoso caratterizzato da una distribuzione uniforme della densità e che sia di forma particolare.

Infatti se nel trasmettitore a disco l'uniformità della densità luminosa è necessaria per effettuare una buona esplorazione (poichè l'area a manifestazione istantanea apparente è l'immagine della superfice luminosa), nel trasmettitore a specchi rotanti invece una eventuale disuniformità della densità non provoca alterazioni luminose sull'area a manifestazione istantanea apparente, inquantochè l'area esploratrice è, in questo caso, l'immagine della superfice luminosa.

Date quindi le difficoltà che s'incontrano per la costruzione di corpi luminosi che siano caratterizzati da una distribuzione uniforme della densità e che abbiano delle forme adeguate, il trasmettitore a specchi rotanti offre perciò un sensibile vantaggio sul trasmettitore a disco.

Il trasmettitore a specchi rotanti, per quanto concerne il piazzamento della cellula fotoelettrica, consente inoltre due soluzioni ben distinte fra di loro e cioè la cellula può essere piazzata di fronte al soggetto (fig. 140), oppure può venir sistemata al posto della sorgente luminosa (fig. 141). Evidentemente nel primo caso, similmente al trasmettitore a disco, la cellula risulta eccitata da un raggio esploratore mobile, nel secondo caso invece l'eccitazione è provocata da un raggio esploratore fisso; è ovvio che in ambedue i casi il raggio risulta modulato sui dettagli del soggetto.

Considerando il rendimento luminoso del trasmettitore, la prima soluzione è da preferirsi, poichè, come si vedrà fra poco, il flusso utile irradiato dalla sorgente, detratte le perdite nelle lenti e per riflessione, è quello che raggiunge la cellula; nella seconda soluzione invece, del flusso irradiato dalla sorgente, detratte le perdite nelle lenti e per riflessione, solamente la sua $1/Na$ parte raggiunge la cellula. Per contro però quest'ultima soluzione presenta sulla prima il vantaggio di rendere l'esplorazione uniforme, di permettere la trasmissione anche con la luce del giorno e di poter usare per la trasmissione un'unica cellula fotoelettrica.

Ciò premesso, per quanto concerne il procedimento per il calcolo del flusso luminoso totale che dovrà irradiare la sorgente, esso è analogo a quello del trasmettitore a disco.

Infatti, considerando per ora la fig. 140 e fissata la tensione

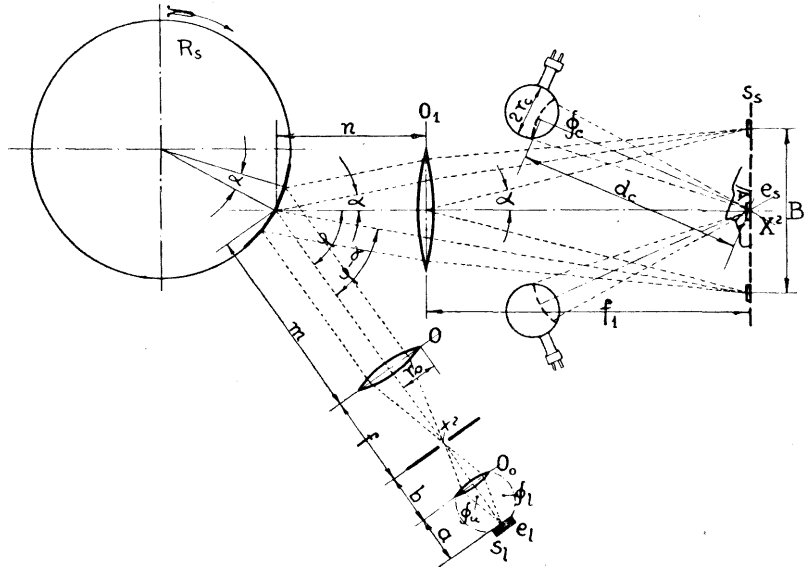



Fig. 140.
Disposizione schematica delle parti componenti un trasmettitore a specchi rotanti a presa diretta per trasmissioni con sola luce artificiale.

utile d'entrata nel preamplificatore ($\mathfrak{E}_a$), il flusso luminoso necessario alla fotocellula ($\Phi_c$) si ricava dalla nota relazione

$$\Phi_c = \frac{\mathfrak{E}_a\,(\mathfrak{J}+R)}{\mathfrak{K}\cdot\mathfrak{J}\cdot R}\ \text{(Lumen)}$$

Nel trasmettitore di fig. 140 oltre all'aver tenuto conto degli accorgimenti ottici discussi più sopra, si è introdotta una terza lente ($O_o$) la quale ha il solo scopo di far aumentare il flusso utile ($\Phi_u$). È ovvio che detta lente può essere sostituita da un riflettore parabolico od anche da un complesso riflettore-condensatore delle cui rispettive proprietà si è già accennato nel § 47.

Noto quindi $\Phi_c$ e trascurando per ora le perdite nelle lenti e

quelle per riflessione, dalla (36) si ha

$$\frac{e_c}{e_s} = \frac{\Phi_c}{\Phi_s} = \frac{1}{1 + (d_c/r_c)^2}$$

da cui si ricava

$$e_s = e_c \frac{r^2_c + d_c^2}{r_c^2} \tag{37}$$

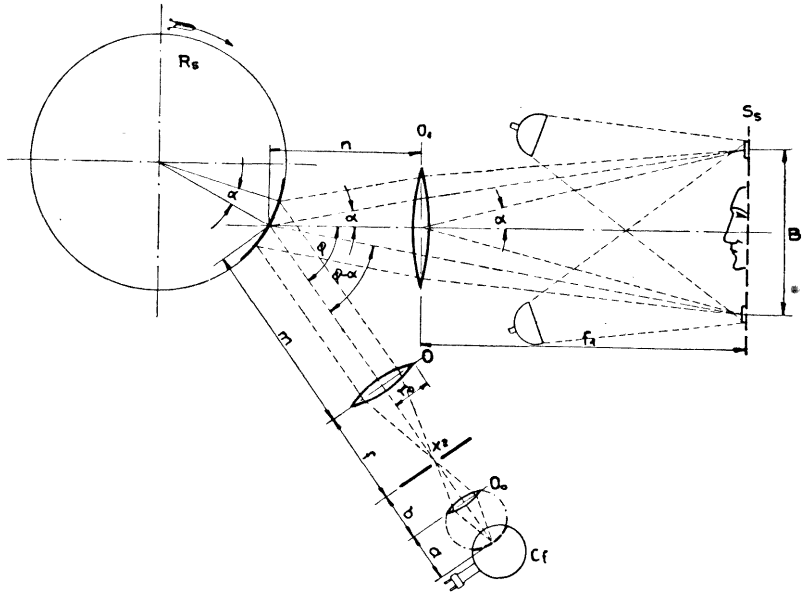



Fig. 141.
Disposizione schematica delle parti componenti un trasmettitore a specchi rotanti a presa indiretta per trasmissione a luce artificiale e diurna.

e dove non è noto $e_c$. Per la determinazione di quest'ultimo valore si può scrivere

$$\Phi_c = I_c \cdot \omega_c = e_c \cdot s_c \cdot \omega_c$$

Dalle (31) e (36) si ricava per

$$\omega_c = \pi \frac{r_c^2}{r_c^2 + d_c^2}, \quad s_c = \omega_c \cdot d_c^2 = \pi \frac{r_c^2}{r_c^2 + d_c^2} d_c^2$$

e quindi

$$e_c = \Phi_c \frac{(r_c^2 + d_c^2)^2}{\pi^2 \cdot r_c^4 \cdot d_c^2}$$

Sostituendo ora questo valore nella (37) si ha

$$e_s = \Phi_c \frac{(r_c^2 + d_c^2)^3}{\pi^2 \cdot r_c^6 \cdot d_c^2}$$

Ricavata dunque in questo modo la densità luminosa ($e_s$) necessaria al soggetto, da quanto fin qui esposto e considerando la fig. 140, fra le grandezze $e_s$ ed $e_l$, se con $e_l$ si denomina la densità luminosa propria alla sorgente, esiste evidentemente la seguente relazione.

$$\frac{e_s}{e_l} = \frac{\Phi_s}{\Phi_l} = \frac{\Phi_u}{\Phi_l} \cdot \frac{1}{\Sigma_p} \cdot \frac{1}{m_o} \cdot \frac{1}{m_c} \qquad (39)$$

in cui significano

$\Phi_l$ il flusso luminoso irradiato dalla sorgente;

$\Phi_u$ il flusso luminoso utilizzato dal dispositivo esploratore;

$\Sigma_p$ la perdita totale di flusso luminoso;

$m_o$ il rapporto d'ingrandimento dell'obiettivo $O_1$ ($m_o = X/x$).

$m_c$ il rapporto d'ingrandimento del condensatore $O_o$ ($m_c = s_m/s_l$; per $s_l$ ved. tab. VII).

*Tabella VII.* – Valori normali di $s_l$ per lampade di proiezione a punto luminoso (Osram).

| Volt c.c. | Amp. | $s_l$ c.a. cm² | Intensità luminosa CH |
|---|---|---|---|
| 110 | 2 | 0,09 | 150 |
| 110 | 4 | 0.21 | 350 |
| 110 | 5,5 | 0,34 | 450 |
| 110 | 7,5 | 0,48 | 1000 |

La perdita totale di flusso luminoso risulta espressa dalla

$$\Sigma_p = \frac{1}{t \cdot q \cdot p_o \cdot p_r \cdot p_r'}$$

in cui

$p_r'$ = potere riflettente dello specchio (ved. tab. VIII);

$p_r$ = potere riflettente (medio) del soggetto ($p_r = 0{,}35$);

$p_o$ = coefficiente di dispersione del flusso utile nelle lenti (ved. tab. IV);

$q$ = coefficiente di dispersione del flusso utile nel dispositivo esploratore (rapporto fra l'area di due specchi e l'area luminosa che proietta la sorgente sulla maschera $M$; $q = 2h \cdot d/s_m = \sim 0{,}75$);

$t$ = numero delle fotocellule impiegate.

*Tabella VIII.* – Poteri riflettenti di alcuni specchi applicabili alla ruota di Weiller.

| TIPO DELLO SPECCHIO | $p_r'$ |
|---|---|
| Specchio di vetro con argentatura | 0,85 ÷ 0,89 |
| » » » verniciatura di mercurio | 0,7 ÷ 0,72 |
| » metallico di Mach | 0,83 ÷ 0,87 |
| » » Ross | 0,6 ÷ 0,66 |
| » d'acciaio (non temperato) | 0,52 ÷ 0,57 |

Per sostituzione la (39) diventa

$$\frac{e_s}{e_l} = \frac{r_l^2}{r_l^2 + a^2} \cdot \frac{t \cdot q \cdot p_o \cdot p_r \cdot p_r'}{m_o \cdot m_c}$$

in cui $r_l$ = raggio della lente $O_1$. Risolvendo quest'ultima per $e_l$ e sostituendo ad $e_s$ il valore più sopra trovato si ottiene infine

$$\boxed{e_l = \Phi_c \frac{(r_c^2 + d_c^2)^3}{\pi^2 \cdot r_c^6 \cdot d_c^2} \cdot \frac{r^2 + a^2}{r^2} \cdot \frac{m_o \cdot m_c}{t \cdot q \cdot p_o \cdot p_r \cdot p_r'}} \qquad (51)$$

dove esprimendo $\Phi_c$ in Lumen-Hefner e $r_c$, $r_l$ ecc., in cm $e_l$ risulta in CH/cm².

Dall'esame di quest'ultima equazione si riconosce facilmente che, a differenza del trasmettitore a disco, nel trasmettitore a specchi rotanti la densità luminosa della sorgente è indipendente dal numero delle aree elementari, mentre, data la presenza degli specchi si ha un aumento delle perdite per riflessione.

Nel trasmettitore di fig. 141 invece, per quanto si è già menzionato più sopra, l'espressione (51) diventa evidentemente

$$\boxed{e_l = \Phi_c \frac{(r^2 + a^2)^3}{\pi^2 \cdot r^6 \cdot d^2} \cdot \frac{r_r^2 + d_r^2}{r_r^2} \cdot \frac{N_a \cdot m_o \cdot m_c}{v_r \cdot q \cdot p_o \cdot p_r \cdot p_r'}} \qquad (52)$$

dove oltre ai simboli già noti, significano:

$r$ il raggio della lente $O_o$ o, in mancanza di ques'tultima, della finestra d'entrata della cellula;

$r_r$ il raggio della bocca del riflettore che illumina il soggetto;

$d_r$ la distanza fra il soggetto ed il riflettore;

$v_r$ il numero dei riflettori.

Anche la (52) conferma quanto già accennato riguardo al trasmettitore di fig. 141 e cioè che la densità luminosa della sorgente risulta dipendente dal numero delle aree elementari come nel trasmettitore a disco.

Per passare poi dalla densità $e_l$ così calcolata alla determinazione del flusso totale che dovrà irradiare la sorgente, per ambedue i tipi di trasmettitori descritti, vale la relazione (41) nonchè le stesse considerazioni fatte sulla scelta del rispettivo coefficiente $p_l$.

*Sistemi ottici.* — Poichè, per le ragioni già menzionate si adotta generalmente la ruota con specchi di vetro, il rispettivo sistema ottico risulta allora composto da due obbiettivi « $O$ » ed « $O_1$ » (fig. 139) e da un condensatore « $O_o$ » od anche, in sostituzione di quest'ultimo, da un riflettore parabolico.

Le relazioni che legano le grandezze ottiche proprie al sistema con le grandezze relative all'immagine, sono già state esaminate e si metterà soltanto in evidenza le principali esigenze a cui deve soddisfare ciascun elemento del sistema stesso.

Pertanto si rammenta che l'obiettivo « $O$ », allo scopo di facilitare la messa a punto del complesso ottico, conviene sia del tipo a

distanza focale variabile (fig. 136). Le rispettive caratteristiche ottiche principali si ricavano dalle relazioni (47), (47′) e (48) tenendo presente che per la corrispondente luminosità, si possono assumere i valori compresi nei limiti 1/1,2 ÷ 1/2,5.

Per quanto concerne l'obiettivo « $O_1$ », poichè esso determina le dimensioni dell'immagine, è necessario che risulti facilmente intercambiabile con altri obiettivi simili dei quali però il rapporto d'ingrandimento permetta di ottenere le dimensioni dell'immagine che il complesso è destinato a trasmettere. Le rispettive caratteristiche ottiche principali si ricavano dalle relazioni (45′) e (50) assumendo per la luminosità uno dei valori compresi nei limiti già esposti per l'obiettivo « $O$ ».

Le caratteristiche del condensatore « $O_o$ » vanno stabilite in base al rapporto « $m_c$ » scelto precedentemente ed alla rispettiva luminosità per la quale, date le piccole dimensioni che assume in questo caso la superficie luminosa « $S_l$ » e data la possibilità di mantenere piccola la distanza focale (grazie al poco calore che sviluppa la lampada) si può assumere il valore 1/4,5.

È indispensabile che gli obiettivi ed il condensatore siano rigidamente sistemati nell'intelaiatura del trasmettitore per impedire che eventuali vibrazioni del motore non abbiano a ripercuotersi sugli obiettivi stessi, danneggiando l'esplorazione.

È ovvio inoltre che la sistemazione meccanica di ciascun obiettivo, pur garantendo la rigidità, dovrà permettere un perfetto allineamento dell'intero sistema ottico.

*Maschera limitatrice.* — Di somma importanza per l'uniformità dell'esplorazione è la forma dell'area esploratrice nonchè la sua messa a punto sul piano di esplorazione in modo da far risultare uniforme la distribuzione della densità luminosa $e_s$.

Ricordando quanto si è detto riguardo la forma dei fori esploratori nel disco di Nipkow, anche per la ruota a specchi l'area esploratrice di forma quadrata (fig. 142 *b*) si presta ottimamente ma richiede però una perfettissima messa a punto degli specchi poichè in caso contrario il campo di esplorazione risulterebbe attraversato da righe oscure od anche luminose a seconda che le righe esploratrici risultino rispettivamente distanziate o sovrapposte.

Si preferisce perciò dare all'area esploratrice la forma rotonda

(fig. 142 *a*) o meglio ancora quella di un esagono (fig. 142 *c*). In ambedue i casi, appunto per far risultare uniforme la distribuzione della densità anche se la messa a punto degli specchi non è rigorosamente esatta, l'area esploratrice deve essere maggiore di quella teorica. Chiamando perciò con $X_1$ la dimensione pratica dell'area nel senso normale all'esplorazione, si può porre:

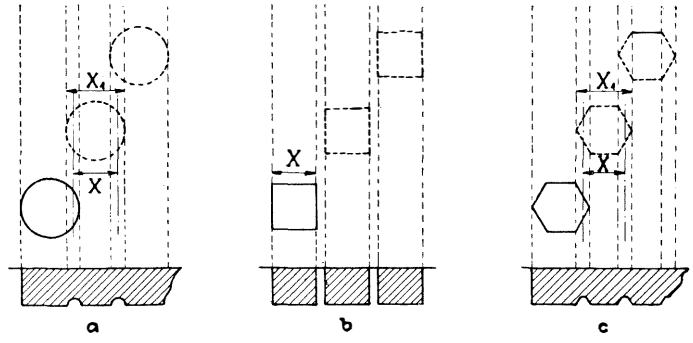



Fig. 142.
Alcune principali forme di fori esploratori.

area esploratrice rotonda: $$X_1 = \frac{6}{5} X$$

area esploratrice esagonale: $$X_1 = \frac{5}{4} X$$

Di conseguenza dalla (47) la rispettiva dimensione pratica del foro proprio alla maschera $M$ dovrà essere

area esploratrice rotonda: $$x_1 = \frac{6}{5} f \frac{4\pi}{z \cdot N_s^2}$$

area esploratrice esagonale: $$x_1 = \frac{5}{4} f \frac{4\pi}{z \cdot N_s^2}$$

*Motore.* — Per il motore che trascina la ruota vale quanto si è già detto per il motore che aziona il disco di Nipkow, eccezione fatta per la potenza che in questo caso dev'essere maggiore poichè la ruota offre evidentemente una resistenza aereo dinamica maggiore di quella offerta dal disco di Nipkow.

A questo scopo quale orientamento può servire la tab. IX nella quale si sono riassunti i risultati sperimentali ottenuti per tre differenti tipi di ruota a specchi.

*Tabella IX.* – POTENZE MOTRICI NECESSARIE PER RUOTE A SPECCHI TIPO NORMALE.

| Ruota con specchi di vetro, lanterna d'alluminio pressato, aggiustaggio con viti | | | | | | Motore | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $D_s$ cm. | $N_s$ | $h$ cm. | $d$ cm. | $s$ cm. | $z$ | $V$ Volt | $W_r$ Watt | $N$ giri |
| 25 | 30 | 5,3 | 2,65 | 0,25 | 4/3 | 25 | 40 | 750 |
| 25 | 30 | 5,3 | 2,65 | 0,25 | 3/7 | 25 | 35 | 750 |
| 30 | 60 | 7 | 1 | 0,3 | 3/7 | 25 | 50 | 750 |

## II. – CELLULA O BATTERIA DI CELLULE FOTOELETTRICHE

§ 50. CELLULA O BATTERIA DI CELLULE FOTOELETTRICHE. — Si è già visto come nei trasmettitori in generale ed in special modo in quelli ad esplorazione diretta, dove cioè le cellule lavorano per luce riflessa, tanto il tipo di cellula e la sua sensibilità, che la sua posizione rispetto al soggetto da trasmettere, rappresentino dei fattori molto importanti dai quali può dipendere il risultato, soddisfacente oppure nullo, della trasmissione.

È quindi di somma importanza che la cellula sia di alta sensibilità e che la sua costruzione permetta che il catodo risulti colpito dalla maggiore quantità di luce che il soggetto può diffondere quando è illuminato dal raggio esploratore. Cellule con catodi troppo piccoli sono perciò da escludersi.

Poichè talvolta si ricorre all'impiego di cellule di piccolo diametro ponendole nei fuochi dei rispettivi riflettori parabolici, si rammenta che una simile disposizione è utile soltanto in quei casi dove il flusso riflesso che eccita direttamente la cellula non provoca la massima corrente fotoelettrica. In caso contrario, è evidente che un ulteriore aumento di flusso non verrebbe utilizzato se non ridistribuendolo su di un catodo di dimensioni maggiori.

Di una certa importanza per l'uniformità dell'esplorazione è

la scelta del tipo di cellula la quale dovrebbe essere dotata di sensibilità uniforme entro il più largo intervallo dello spettro visibile nonchè all'azione dei raggi infrarossi.

Sempre allo scopo di raccogliere la massima quantità di luce che diffonde il soggetto, conviene usare parecchie cellule funzionanti in parallelo e disposte in modo che rispetto al soggetto raccolgano la luce nella maniera più favorevole riguardo ai dettagli che lo compongono. Uno schermo bianco posto dietro al soggetto aiuta perciò di molto il compito, per così dire « unificatore » della batteria di cellule.

Per la trasmissione di mezzibusti, le cellule possono essere sistemate in diversi modi a seconda che esse siano di piccole o rispettivamente grandi superfici catodiche.

Nel primo caso, specialmente usando uno schermo unificatore, le cellule possono essere sistemate agli angoli di un rettangolo di circa $0{,}6 \times 1{,}25$ m. il cui piano risulti inclinato (verso lo schermo) di circa 25° dalla verticale (fig. 143). Qualora la lunghezza dei conduttori di parallelo (conduttori schermati) risulti eccessiva provocando dei disturbi parassitari, conviene ridurre le dimensioni del rettangolo oppure sistemare le cellule linearmente su di una lunghezza di circa 0,4 m. (fig. 144). Ambedue dette sistemazioni però, benchè attualmente applicate da qualche trasmettente, difettano evidentemente dell'uniformità di esplorazione inquantochè, rispetto alle cellule, il soggetto risulta illuminato con una densità luminosa che è crescente dal basso verso l'alto.

Si elimina tale inconveniente usando delle cellule a grande superficie catodica e disponendole radialmente, equidistanti dall'asse di esplorazione (fig. 128). Allo scopo le cellule, nel numero da $4 \div 8$, devono avere una superfice catodica di almeno 400 cm² (diametro corrispondente del bulbo $= \sim 16$ cm.).

La fig. 145 rappresenta una batteria di quattro cellule disposte radialmente, con le quali l'uniformità di esplorazione risulta già ottima qualunque sia la posizione del soggetto nel campo di esplorazione. Una simile disposizione permette inoltre, disinserendo una o più cellule, un efficace giuoco d'ombre non ottenibile con le precedenti disposizioni.

Costruttivamente, qualunque sia il tipo di batteria, le cellule

devono essere accuratamente schermate in modo, beninteso, che risulti libera la finestra d'entrata.

I collegamenti di parallelo fra le cellule devono essere i più corti possibili ed accuratamente schermati affinchè gli effetti capacitivi non danneggino fin dall'inizio la trasmissione. Talvolta, specie per batterie a 6 e più cellule, è difficoltoso impedire il manifestarsi

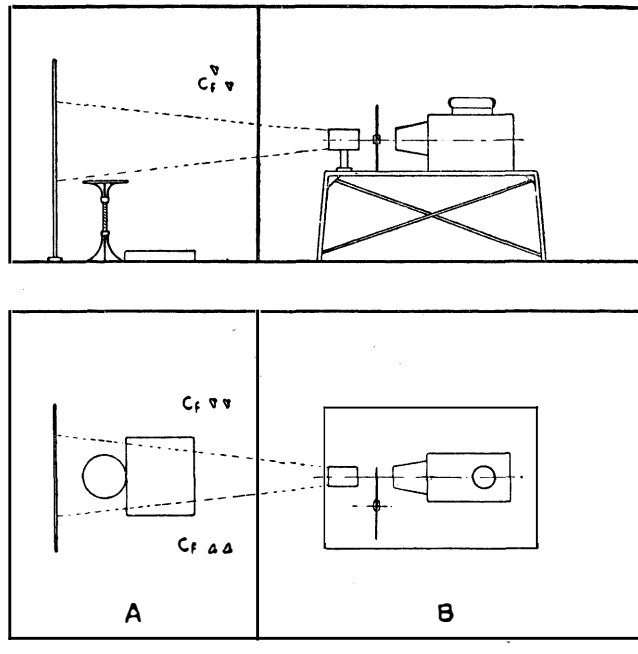



Fig. 143.
Disposizione schematica delle cellule fotoelettriche nello studio di posa.
*A*, studio di posa; *B*, sala apparecchi; $C_f$, batteria di cellule fotoelettriche.

dei disturbi e conviene allora ricorrere alla separazione del primo stadio di amplificazione per ciascuna cellula oppure per ogni due cellule.

La prima valvola può allora essere sistemata vicinissima alla rispettiva cellula mentre i corrispondenti circuiti di placca convergono alla comune resistenza d'entrata del preamplificatore. Quest'ultimo e la batteria anodica per le cellule, devono trovarsi vici-

nissimi al complesso di cellule ed è bene anzi che sieno sistemati nella medesima intelaiatura. La batteria di accensione di tutte le valvole come pure quella anodica del preamplificatore, possono invece trovarsi lontano dal complesso al quale possono essere collegate a mezzo di cavi flessibili normali.

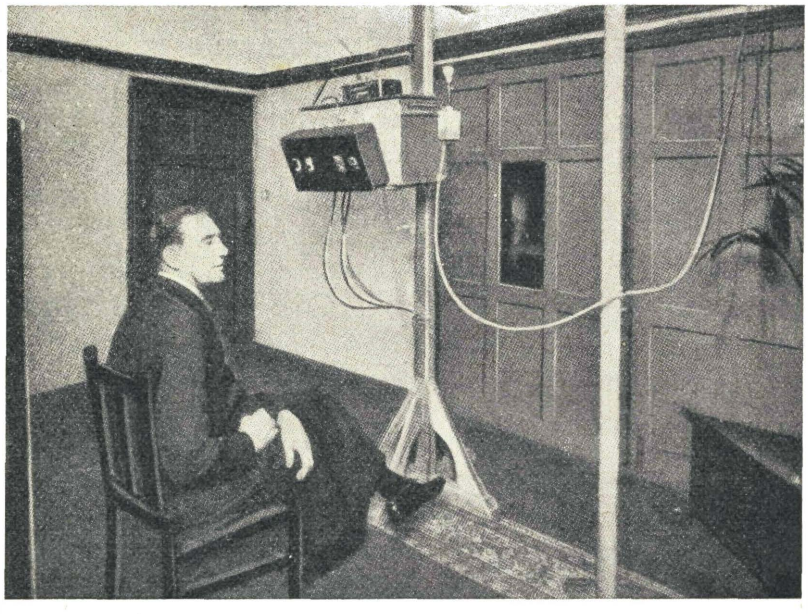


Fig. 144.
Disposizione delle cellule fotoelettriche e del preamplificatore nello studio di posa.

§ 51. Preamplificatore – Amplificatore di potenza. — Lo scopo del preamplificatore è quello di elevare la corrente fotoelettrica a dei valori pratici applicabili ad un amplificatore di potenza. Il progetto del preamplificatore è quindi in stretta relazione con il tipo di cellula usato, con il rispettivo flusso luminoso captato e con la potenza dell'amplificatore finale. A sua volta poi l'amplificatore di potenza deve soddisfare largamente alla potenza richiesta dal premodulatore della radiotrasmittente con il quale è in diretto collegamento per via aerea o per cavo. Poichè detto collegamento provoca notevoli perdite di energia utile originate dal-

l'inserzione di speciali apparecchi di protezione e di egualizzazione e dal fatto di dover aumentare considerevolmente l'energia in partenza (per coprire i disturbi parassitari), è indispensabile che la potenza utile dell'amplificatore sia notevolmente maggiore di quella necessaria al premodulatore.

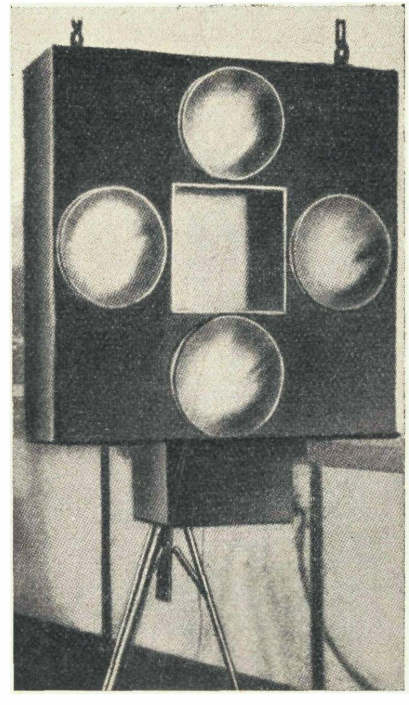


Fig. 145.
Batteria di cellule fotoelettriche e preamplificatore.

Generalmente si può ritenere che per pilotare stazioni radio di media potenza (10÷35 Kw; premodulatore da ~ 50 Watt) e per linee di collegamento non più lunghe di 8 Km., occorrono circa 10÷30 Watt di potenza utile.

Fissata quindi la potenza utile che deve sviluppare l'amplificatore di potenza e fissati i corrispondenti tipi di valvole finali, risulta facile ricavare le grandezze relative al preamplificatore delle cellule fotoelettriche.

Infatti chiamando con $W_f$ la potenza apparente finale massima dell'amplificatore si può porre

$$W_f = \mathcal{J}^2_{\text{eff.}} \, Z \text{ (1)} \tag{53}$$

dove significano

$\mathcal{J}_{\text{eff.}}$, la corrente efficace massima che può fornire il triodo;

$Z$, l'impedenza apparente del circuito utilizzatore.

Ricordando che $\mathcal{J}_{\text{eff.}} = \mathcal{J}_{\text{mx.}} \, 1/\sqrt{2}$ per la legge di Ohm si può scrivere

$$\mathcal{J}_{\text{eff.}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\mathcal{E}'_a}{\varrho + Z} = \frac{\mu \cdot \mathcal{E}_g}{\sqrt{2}\,(\varrho + Z)};$$

per sostituzione la (53) diventa

$$W_f = \frac{\mu^2 \cdot \mathcal{E}_g^{\,2} \cdot Z}{2\,(\varrho + Z)^2} \tag{53'}$$

e poichè, notoriamente, il triodo sviluppa la sua massima potenza per $\varrho = Z$ (2) quest'ultima equazione diventa

$$W_f = \frac{\mu^2 \cdot \mathcal{E}_g^{\,2}}{8\,\varrho} : \text{ da cui } \quad \mathcal{E}_g = \frac{1}{\mu}\sqrt{8 W_f \cdot \varrho} \tag{54}$$

dove si rammenta che

$\varrho$ = impedenza del triodo;

$\mu$ = rispettivo coefficiente di amplificazione;

$\mathcal{E}_g$ = tensione variabile (massima) applicata alla griglia.

---

(1) Si ricorda che per ottenere la potenza reale la (53) va ancora moltiplicata per il cos $\varphi$ del circuito utilizzatore.

(2) Infatti ponendo la (53') sotto la forma

$$W_f = \mathcal{E}_g^{\,2} \mu^2 \frac{Z}{2\,(\varrho + Z)^2}$$

e per $\mathcal{E}_g$ costante $W_f$ è massimo per $\varrho = Z$.

*Tabella X.* – VALORI DI $\mu$, $\varrho$, $W_f$ e $W_d$ ($W_d$ = potenza dissipata) PER ALCUNI TIPI DI VALVOLE AMPLIFICATRICI DI POTENZA (PHILIPS) [1].

| Tipo | Potenza dissipata $W_d$ (Watt) | Potenza utile $W_f$ (Watt) | Tensione negativa di griglia $V_g$ (Volt) | Tensione anodica $V_a$ (Volt) | Imped. $\varrho$ (Ohm) | Coeff. di amplif. $\mu$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| E 408 N | 12 | 2,7 | 34 | 400 | 1600 | 8 |
| F410 | 25 | 6,2 | 36 | 550 | 1250 | 10 |
| MC1/50 | 50 | 14,4 | 84 | 1000 | 2500 | 10 |
| MB 2/200 | 200 | 60 | 100 | 2000 | 4700 | 14 |

Noto $\mathcal{E}_g$, per determinare la tensione d'entrata nel preamplificatore ($\mathcal{E}_a$) si può evidentemente scrivere

$$c_1 \cdot c_2 \text{ ecc.} = \mathcal{E}_g/\mathcal{E}_a \text{; da cui } \mathcal{E}_a = \mathcal{E}_g/c_1 \cdot c_2 \text{ ecc.} \qquad (55)$$

e dove $c_1$, $c_2$ ecc., sono i rispettivi coefficienti di amplificazione degli stadi che precedono le valvole finali.

Il valore esatto di $\mathcal{E}_a$ dipende quindi dal numero degli stadi e dalla rispettiva amplificazione per stadio.

Ora, nel prefissare quest'ultima si rammenta che, analogamente agli amplificatori microfonici, cioè allo scopo di ottenere un eguale grado di amplificazione a tutte le frequenze, è indispensabile che il preamplificatore sia del tipo con accoppiamento intervalvolare per resistenza-capacità. Però, a differenza degli amplificatori microfonici nei quali le resistenze d'accoppiamento, senza originare inconvenienti, possono raggiungere valori elevati (100000÷500000 Ohm) i quali permettono di realizzare un'elevata amplificazione per stadio, i preamplificatori per televisione esigono che le rispettive resistenze d'accoppiamento sieno di basso valore (10000÷50000 Ohm) allo scopo di evitare i soliti dannosi effetti dovuti alla capacità propria e per garantire la perfetta stabilità dei singoli stadi.

---

[1] Per qualunque tipo di valvola, fra $\mathcal{E}_g$ e $V_g$ e $W_f$ e $W_d$, con sufficiente approssimazione si possono considerare le seguenti proporzioni $\mathcal{E}_g = 0{,}7\ V_g$; $W_f = 0{,}25\ W_d$ (per triodi con $W_d = 20 \div 50$ Watt); $W_f = 0{,}3\ W_d$ (per triodi con $W_d = 100 \div 200$ Watt).

Infatti, generalmente è difficile rendersi conto a quali maggiori esigenze sottostà l'occhio umano rispetto l'udito, ed è appunto per questo che certe considerazioni speciali e certi particolari costruttivi che negli ordinari amplificatori microfonici possono essere trascurati, in televisione invece acquistano una importanza, che dal punto di vista « stabilità » devono essere considerati.

D'altra parte invece è bene che l'amplificazione totale risulti elevata allo scopo di poter far lavorare il trasmettitore con una sorgente di piccola intensità luminosa (1).

Ciò premesso e poichè in seguito alle suesposte esigenze, l'amplificazione per stadió risulta piccola, per rendere elevata l'amplificazione totale conviene senz'altro scegliere il massimo numero di stadi che l'attuale tecnica costruttiva consente di adottare senza compromettere la stabilità del complesso amplificatore.

Si consiglia pertanto di non sorpassare i cinque stadi per non dover ricorrere a speciali provvedimenti affinchè il preamplificatore risulti meccanicamente e acusticamente isolato dall'ambiente. Generalmente però 4 stadi sono già sufficienti poichè pur soddisfando alle suesposte esigenze è facile realizzare per ciascun stadio un'amplificazione di 3 volte.

Infatti, supponendo ad es. che la potenza del preamplificatore ($W_f$) debba essere di 15 Watt-utili, usando uno stadio finale push-pull con accoppiamento a trasformatore (2), e scegliendo dalla tabella X due valvole da 50 Watt dissipati, supponendo che il valore dell'impedenza utilizzatrice sia eguale a quella della valvola, dalla (53) si ricava

$$E_g = \frac{1}{10}\sqrt{8 \cdot 14{,}4 \cdot 2500} = \sim 53 \text{ Volt}$$

Poichè con qualsiasi tipo di trasmettitore senza ricorrere a notevoli intensità luminose (circa 800 CH per un trasmettitore a disco e per 0,5 m² di superfice esplorata) e sfruttando razionalmente il flusso riflesso (almeno 4 cellule del diam. = 16 cm.) è facile ricavare agli estremi della resistenza utile delle fotocellule una tensione d'entrata ($\mathcal{E}_a$) di 0,5 Volt, si può porre

$$c_1 \cdot c_2 \cdot \text{ecc.} = \frac{2 \cdot \mathcal{E}_g}{\mathcal{E}_a} \quad \text{e quindi} \quad c_1 \cdot c_2 \cdot \text{ecc.} = \frac{106}{0{,}5} = 212$$

(1) Per non disturbare i soggetti con luci troppo intense.

(2) Solamente per frequenze fino a 7000 per. ; per frequenze superiori è indispensabile usare anche per lo stadio finale l'accoppiamento per resistenza-capacità.

Assumendo per i primi tre stadi un'amplificazione di tre volte e per il quarto stadio (data la presenza del trasformatore e supponendo che il suo rapporto di trasformazione sia eguale ad 1/3) una amplificazione di 8 volte si ottiene

$$c_1 \cdot c_2 \text{ ecc.} = 3^3 \cdot 8 = 216$$

cioè un'amplificazione totale più che sufficiente per pilotare uno stadio finale da 15 Watt-utili.

È ovvio che per il buon funzionamento del preamplificatore lo stadio che precede quello finale deve poter fornire una potenza notevolmente superiore alle perdite di energia che hanno luogo nel trasformatore, poichè in caso contrario la tensione $\mathcal{E}_f$ diminuirebbe e l'amplificazione totale non risulterebbe più sufficiente.

Si evita tale inconveniente usando per il penultimo stadio una valvola la cui potenza utile sia circa il 12% di quella della valvola finale ed adoperando un adatto trasformatore di accoppiamento (rapporto di trasformazione $= < 1/6$, impedenza del circuito primario eguale a quella della valvola).

Ora, per quanto concerne il calcolo delle resistenze d'accoppiamento, nota l'amplificazione per stadio e le costanti della valvola è facile ricavare il valore della rispettiva resistenza d'accoppiamento dall'espressione (19). Sarà però bene considerare nel calcolo una pendenza un po' inferiore a quella che può realmente sviluppare la valvola poichè ad amplificatore ultimato risulterà possibile mettere a punto l'amplificazione, regolando la sola corrente d'accensione.

I condensatori d'accoppiamento devono avere una capacità tale da permettere un facile passaggio delle basse frequenze (da 375÷9000 per.: 0,5 $\eta F$). Però, la presenza del condensatore d'accoppiamento altera sensibilmente l'uniformità dell'amplificazione per le diverse frequenze è più precisamente, l'amplificazione risulta maggiore per le frequenze elevate.

Si elimina tale inconveniente provocando sulla resistenza d'accoppiamento l'effetto contrario a quello che ha luogo nel condensatore, inserendo nel circuito anodico un filtro che sia accordato sulla minima frequenza con la quale il preamplificatore è destinato a lavorare.

Per evitare l'innesco di oscillazioni, sarà bene che dopo le re-

sistenze d'accoppiamento sieno inseriti i soliti complessi di disaccoppiamento (resistenza-capacità).

Costruttivamente poi, il preamplificatore per televisione non differisce dall'amplificatore microfonico. Infatti come in quest'ultimo è d'uopo che ciascun stadio sia rigorosamente schermato (usare lamiera di ferro da 0,8 mm.) e si provvederà che, nella sistemazione delle parti, i collegamenti risultino cortissimi.

La valvola del primo stadio dev'essere una valvola microfonica o almeno una valvola ad accensione indiretta (tipo per c. a.). Qualora non importi l'entità del consumo di corrente continua (anche se le valvole sono a filamento indiretto è indispensabile che l'accensione avvenga con corrente continua) sarà bene che tutte le valvole sieno a filamento indiretto inquantochè, rendendo positivi i filamenti, si eviteranno le batterie di griglia. Come s'è visto, le costanti di tali valvole influiscono sul grado di amplificazione dello stadio e quindi dovranno essere scelte in modo che la resistenza d'accoppiamento risulti molto bassa pur permettendo di realizzare la richiesta amplificazione. Evidentemente saranno perciò adatte solamente delle valvole a bassa impedenza (5000÷15000 Ohm).

Il preamplificatore e l'amplificatore di potenza possono essere sistemati sia sulla medesima intelaiatura che separatamente.

Generalmente però, specie se l'alimentazione anodica dell'amplificatore di potenza avviene con corrente raddrizzata, si preferisce separare il penultimo stadio e quello di potenza dal resto del preamplificatore onde impedire che le vibrazioni del trasformatore possano trasmettersi al preamplificatore stesso. È necessario allora che il collegamento fra preamplificatore ed amplificatore di potenza sia eseguito attraverso trasformatori abbassatori ad alto rapporto (1/25÷1/50) allo scopo di ridurre gli effetti nocivi che potrebbero manifestarsi a causa della capacità propria dei collegamenti.

Le figg. 146 e 147 rappresentano lo schema delle connessioni per due differenti tipi di preamplificatore-amplificatore di potenza dove sono soddisfatte tutte le esigenze ora esposte.

§ 52. Linea di collegamento (protezioni ed egualizzatori). — Il collegamento fra lo studio di posa e la stazione radiotrasmettente, avviene solitamente per via aerea. Raramente questo collegamento supera gli 8 Km., ma ciononostante se per le trasmis-

sioni della parola la lunghezza e la posa della linea non presenta serii inconvenienti, in televisione invece si rendono necessari degli speciali accorgimenti se si vuol evitare che la trasmissione stessa venga sensibilmente compromessa.

Infatti, agli effetti dei disturbi parassitari, l'occhio umano è un critico molto più severo che non l'organo dell'udito e prova ne

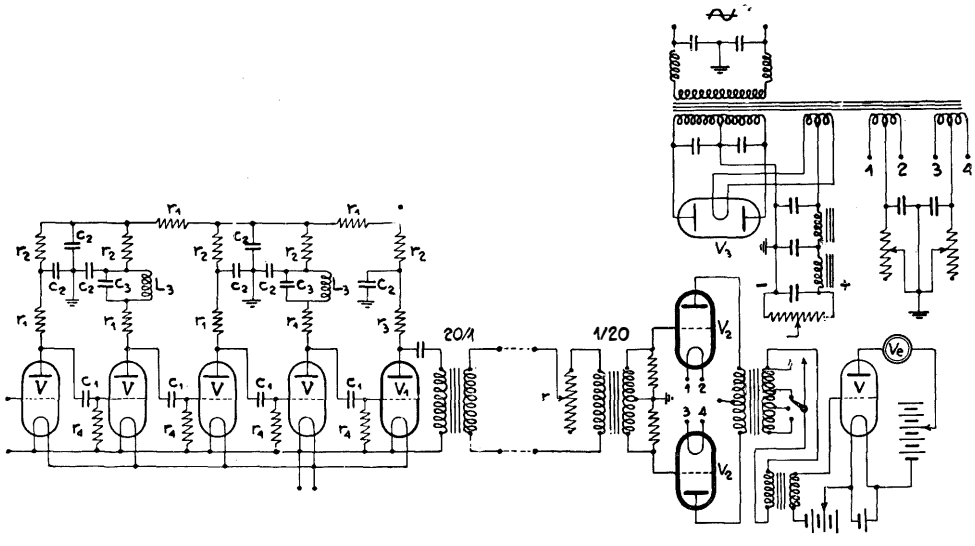



Fig. 146.

Complesso preamplificatore-amplificatore di potenza da 8 Watt-utili a $\mathcal{E}_f/\mathcal{E}_a = 50/0{,}2 \div 0{,}25$ e per $f_i = 375 \div 7500$ periodi.

$r_1 = 10000$ Ohm; $r_2 = 1000$ Ohm; $r_3 = 20000$ Ohm; $r_4 = 50000$ Ohm; $c_1 = 0{,}5$ $\mu F$; $c_2 = 2$ $\mu F$; $V$, valvole di ricezione a bassa impedenza ($5000 \div 10000$ Ohm); $V_1$, valvola di potenza ($4 \div 8$ Watt-dissipati); $V_2$, valvola di potenza (25 Watt-dissipati); $V_3$, valvola raddrizzatrice; $V_e$, voltmetro a valvola.

è che quelle stazioni europee che hanno iniziato gli esperimenti di televisione, hanno dovuto, allo scopo, modificare sensibilmente le loro linee di collegamento le quali si prestavano invece benissimo per le correnti microfoniche.

È di somma importanza quindi che la linea sia protetta contro qualsiasi genere di perturbazione parassitaria e che inoltre le caratteristiche elettriche della linea stessa siano possibilmente tali da permettere un'eguale velocità di propagazione ed un'eguale energia in arrivo per tutte le frequenze proprie alla trasmissione.

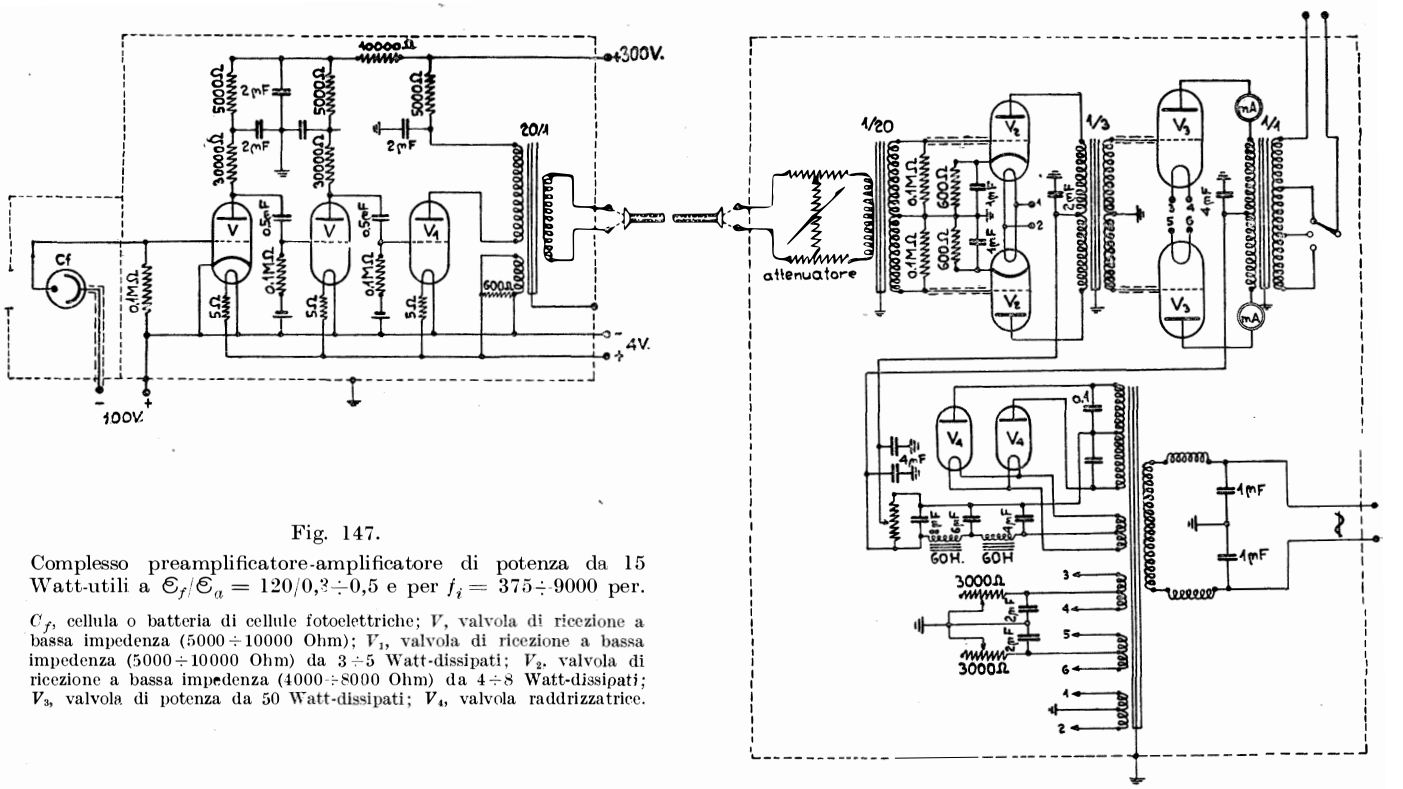



Fig. 147.

Complesso preamplificatore-amplificatore di potenza da 15 Watt-utili a $\mathcal{E}_f/\mathcal{E}_a = 120/0{,}3 \div 0{,}5$ e per $f_i = 375 \div 9000$ per.

$C_f$, cellula o batteria di cellule fotoelettriche; $V$, valvola di ricezione a bassa impedenza ($5000 \div 10000$ Ohm); $V_1$, valvola di ricezione a bassa impedenza ($5000 \div 10000$ Ohm) da $3 \div 5$ Watt-dissipati; $V_2$, valvola di ricezione a bassa impedenza ($4000 \div 8000$ Ohm) da $4 \div 8$ Watt-dissipati; $V_3$, valvola di potenza da 50 Watt-dissipati; $V_4$, valvola raddrizzatrice.

Ora si ricorderà che fra le principali perturbazioni parassitarie che esigono una protezione figurano:

— disturbi induttivi dovuti a linee vicine (linee telegrafiche e telefoniche, linee trasporto energia ecc.);

— scariche atmosferiche;

— scariche statiche.

Per proteggere la linea dalla influenza di altre linee è sufficiente l'incrocio dei conduttori. La fig. 148 mostra infatti come con l'incrocio dei conduttori le correnti indotte dalla linea disturbatrice $L$ si annullino nei rispettivi trasformatori di partenza e di arrivo della linea di collegamento $L\,R$.

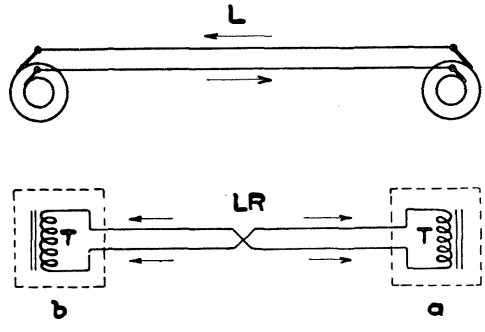



Fig. 148.

Per le scariche atmosferiche invece la protezione può essere simile a quella che normalmente si usa per le altre linee, costituita cioè dall'inserzione agli estremi della linea di induttanze che impediscano l'entrata delle alte frequenze negli apparecchi, mentre opportuni scaricatori disruptivi (pettini o rulli) provvisti di resistenze limitatrici ne facilitano il passaggio a terra (fig. 149) ($S_c$).

Analoga ai sistemi comuni è la protezione per le cariche statiche. Ad eliminarle è sufficiente, quindi, collegare a terra la linea mediante bobine calcolate in modo che pur offrendo un facile passaggio a terra della carica, non permettano però notevoli e continue dispersioni dell'energia di servizio (fig. 149) ($B_t$).

Ciò premesso e considerando ora una linea qualunque di lunghezza $L\,R$ (fig. 150), supponendo che nelle immediate vicinanze non esistano delle cause atte a produrre effetti parassitari, il rap-

porto fra l'energia in partenza $e_p$ e l'energia in arrivo $e_a$, com'è noto, esprime l'attenuazione della linea, l'andamento della quale sarà perciò rappresentato dalla curva $i$.

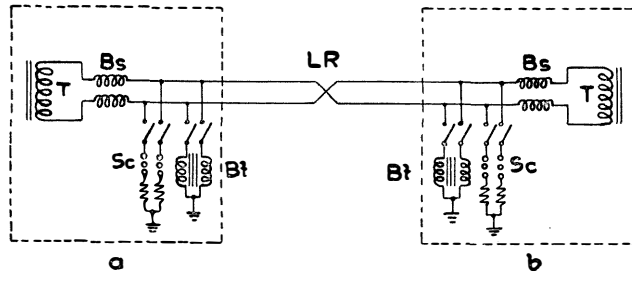



Fig. 149.

Generalmente però, il percorso della linea, che in gran parte si svolge nella città, impedisce una razionale sistemazione delle varie protezioni, dimodochè l'eliminazione completa dei disturbi, specie quelli di origine induttiva, risulta impossibile.

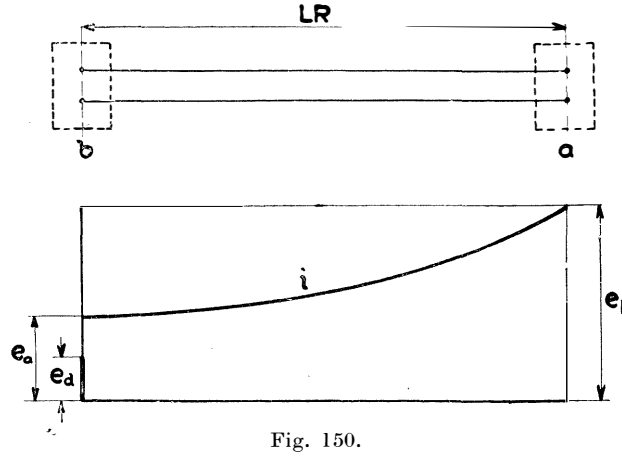



Fig. 150.

Ne deriva allora che contemporaneamente alla quantità di energia $e_a$ o energia utile, arriva alla stazione radio anche una certa quantità di energia disturbatrice $e_d$, la quale amplificata con la $e_a$ dall'apparecchiatura della trasmettente e lanciata nello spazio

produce nei ricevitori il ben noto rumore di fondo e che in televisione si traduce in una visibile alterazione del fondo dell'immagine.

Si rimedia facilmente a tale inconveniente diminuendo l'amplificazione in arrivo in modo che la massima parte dei disturbi non vengano eccessivamente amplificati, e si compensa questa diminuzione aumentando l'energia in partenza.

Sarà bene quindi che dalla stazione di posa, a mezzo di un dispositivo adatto (attenuatore: ved. fig. 147) la potenza immessa sulla linea possa esser resa facilmente variabile dall'operatore senza che questi debba allontanarsi dal televisore di controllo.

Per quanto concerne poi la possibilità di eseguire una linea di collegamento le cui principali costanti elettriche permettano una eguale velocità di propagazione ed un'eguale potenza in arrivo per tutte le frequenze della trasmissione, purchè la linea non sia eccessivamente lunga (fino a 50 Km) con opportuni accorgimenti si possono ottenere risultati molto soddisfacenti.

Infatti chiamando con $L$ l'induttanza della linea, con $C$ la sua capacità, con $R$ la sua resistenza e con $P$ la sua conduttanza, il calcolo e l'esperienza dimostrano che soddisfatta l'eguaglianza

$$R \cdot C = L \cdot P$$

sia l'attenuazione che la velocità di propagazione delle correnti risultano indipendenti dalle rispettive frequenze.

Ora, praticamente il prodotto $R\,C$ risulta maggiore del prodotto $L\,P$ e poichè non conviene diminuire $R$ o $C$ per non aumentare il costo della linea, si preferisce aumentare il prodotto $L\,P$ inserendo sulla linea delle opportune bobine d'induttanza (pupinizzazione). L'inserzione naturalmente va fatta per tronconi ($2 \div 6$ Km.) in modo che le induttanze risultino uniformemente distribuite lungo la linea stessa.

Qualora invece d'essere aerea, la linea è in cavo, il conseguente aumento della capacità richiede una più frequente inserzione di induttanze (ogni $1 \div 4$ Km., e ciò a seconda della capacità e dell'induttanza del cavo).

Per linee molto lunghe [1] (dopo i 150 Km.) oltre alla pupiniz-

[1] Nelle trasmissioni radiofonovisive per le quali, com'è noto, sono necessarie due stazioni radiotrasmittenti, si invierà evidentemente la corrente-visione a quella stazione che è più vicina allo studio di posa.

zazione si consiglia di suddividere la linea in tronconi inserendo fra i tronconi degli adatti amplificatori (egualizzatori). Le costanti da considerarsi risultano allora quelle di un solo troncone e la possibilità di realizzare l'eguaglianza $R\,C = L\,P$ diventa perciò molto più grande.

## III. - DISPOSITIVO DI SINCRONISMO.

§ 53. Oscillatori a frequenza costante - Oscillatore a diapason. — Poichè, da quanto esposto nel paragrafo relativo al sincronismo, il sistema di sincronismo cosidetto dipendente, sia esso a segnale incanalato o no, è quello che offre le maggiori garanzie di buon funzionamento si esaminerà ora quali esigenze devono essere soddisfatte durante la trasmissione affinchè il funzionamento stesso non risulti compromesso.

Rammentando quindi che nel sistema dipendente si utilizza quale segnale sincronizzante la stessa frequenza di base, di somma importanza per la stabilità dell'immagine nel ricevitore risulta la costanza della frequenza di base. Una sua eventuale variazione provocherebbe degli squilibri fra coppia motrice e coppia sincronizzante coll'evidente risultato di far oscillare l'immagine.

È dunque di somma importanza che la frequenza di base possa esser mantenuta costante provvedendo la ruota a specchi, od il disco esploratore, di una ruota sincrona che sia alimentata da una sorgente d'energia la cui frequenza sia rigorosamente costante.

Quali generatori di corrente alternata a frequenza costante si possono usare degli oscillatori a triodi pilotati da dispositivi capaci di oscillare con una frequenza propria. Di tali dispositivi si ricordano il diapason, il cristallo piezoelettrico ed il pendolo. Di questi il più adatto al presente scopo è il diapason.

Infatti supponendo ad esempio che la velocità del disco esploratore, o della ruota a specchi, sia quella normale di 750 giri e considerando una ruota sincrona di 60 poli dalla (24) si ricava $f = 30.750/60 = 375$ per., cioè una frequenza troppo alta per permettere l'adozione di un oscillatore pilota a pendolo e troppo bassa per consentire l'uso di un oscillatore pilota a cristallo piezoelettri-

co [1], mentre invece il diapason, a seconda delle sue dimensioni e delle sue caratteristiche meccaniche [2], può facilmente oscillare su qualunque frequenza musicale.

*Oscillatore a diapason.* — Si è detto che in un oscillatore a frequenza costante il compito del diapason è quello di pilotare con la sua frequenza propria un'oscillatore a triodo. Perciò prima di esporre il principio di funzionamento dell'oscillatore a diapason converrà anzitutto ricordare al lettore il funzionamento di un oscillatore a triodo.

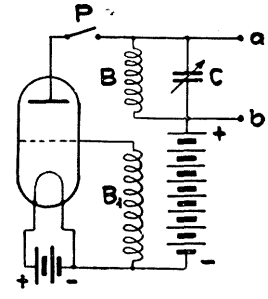


Fig. 151.

Se fra griglia e filamento di un triodo si inserisce una bobina $B_1$ (fig. 151) e nel rispettivo circuito di placca si inserisce un circuito oscillante $C\,B$ la di cui bobina $B$ possa magneticamente influenzare la $B_1$, il solo fatto di chiudere l'interruttore $P$, può generare agli estremi $a$ e $b$ delle oscillazioni persistenti sulla frequenza di risonanza del circuito oscillante $C\,B$.

---

(1) Infatti sfruttando le vibrazioni per compressione del cristallo, fra la frequenza propria ($f$) e lo spessore ($s$) del cristallo sussiste la relazione

$$f = \frac{2870000}{s}\,; \quad (f \text{ in cicli, } s \text{ in millimetri})$$

la quale dimostra che per così basse frequenze lo spessore del cristallo risulta esagerato.

Sfruttando invece le vibrazioni per flessione del cristallo, si possono ottenere anche con cristalli di piccole dimensioni delle frequenze proprie inferiori ai 1000 per. Secondo l'Harisson, chiamando con $L$ la lunghezza del cristallo (quella normale ai piani delle armature del condensatore) e con $B$ la rispettiva larghezza, provocando la vibrazione per flessione nel piano $L\,B$, fra dette dimensioni e la frequenza propria sussiste la relazione

$$f = 579000\,\frac{B}{L^2} \quad \text{(cicli)}$$

(2) Si rammenta che fra la frequenza propria (fondamentale) del diapason, le sue dimensioni e le rispettive caratteristiche meccaniche sussiste la relazione

$$f = \frac{s}{l^2}\sqrt{E/d}$$

dove

$s$ = spessore (nel senso della vibrazione) dei bracci del diapason.
$l$ = lunghezza di detti bracci.
$E$ = modulo di elasticità del materiale.
$d$ = densità del materiale.

Il formarsi delle oscillazioni e la loro persistenza sulla frequenza di risonanza del circuito oscillante $C\,B$, si spiega facilmente nel seguente modo:

Il filamento reso incandescente emette gli elettroni i quali non avendo una via d'uscita ricadono sul filamento. Chiudendo invece l'interruttore $P$, gli elettroni, attirati dal potenziale positivo della placca che così si stabilisce, danno luogo ad una debole corrente nel senso placca-filamento. Questa corrente attraversa anche la bobina $B$ e provoca ai suoi estremi una differenza di potenziale che si trasmette immediatamente sulle armature del condensatore $C$ il quale così caricato provoca nel circuito oscillante una debole oscillazione che tenderebbe a smorzarsi se non esistesse l'accoppiamento magnetico fra le due bobine $B$ e $B_1$. Data però l'esistenza dell'accoppiamento, non appena s'inizia l'oscillazione, la bobina $B$ essendo percorsa da una corrente variabile, crea un campo magnetico altrettanto variabile il quale induce nella bobina $B_1$ una corrente di eguale andamento che provocherà ai capi della bobina stessa delle analoghe variazioni di potenziale.

Queste variazioni di potenziale essendo poi applicate fra griglia e filamento della stessa valvola, provocheranno nel rispettivo circuito di placca delle variazioni di corrente che andranno, per così dire, a rinforzare la corrente che poco prima aveva provocato l'oscillazione. Quest'ultima, quindi, aumenterà d'ampiezza e cederà nuovamente una certa quantità di energia alla bobina $B_1$ la quale provocherà un successivo aumento della corrente di placca e così via di seguito sino a che la somministrazione di energia al circuito oscillante sarà tale da mantenerlo in continua oscillazione.

Affinché si verifichi quanto esposto è necessario in primo luogo che la corrente di placca sia in fase con la corrente iniziale che eccita l'oscillazione. Dato il funzionamento del triodo, ciò è possibile ottenere avvolgendo le bobine in senso contrario. In secondo luogo poi la mutua induzione fra le due bobine deve essere tale da permettere il giusto passaggio di energia dal circuito oscillante alla bobina $B_1$.

La persistenza delle oscillazioni è ottenibile naturalmente a spese delle sorgenti elettriche che forniscono rispettivamente l'energia anodica e l'energia di accensione del triodo stesso.

Ciò premesso si consideri ora lo schema di fig. 152. Nello stesso

$B$ e $B_1$ sono due bobine disposte in modo che il campo magnetico della bobina $B$ possa influenzare la bobina $B_1$, Rendendo incandescente il filamento e chiudendo l'interruttore $P$, per quanto già detto, nel circuito placca filamento si stabilirà una certa corrente continua di valore $i$ la quale nel punto $+$ si biforcherà in una $i_1$ ed in una $i_2$ per poi ricongiungersi nel nodo $y$ verso la placca del triodo.

Trascurando per ora la corrente $i_2$, la corrente $i_1$ genera nel frattempo nella bobina $B$ un flusso magnetico che da zero, raggiunge un certo valore sul quale rimane costante, data la natura costante della corrente che attraversa la bobina stessa. L'esistenza quindi di un flusso costante non induce nella bobina $B_1$ nessuna corrente e non avverrà perciò il fenomeno di rigenerazione come si era constatato nel triodo oscillatore di fig. 151.

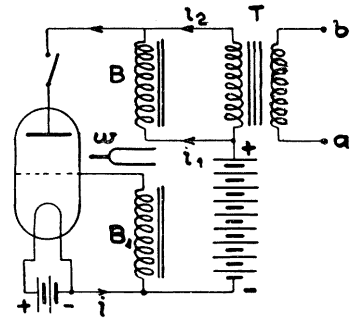


Fig. 152.

Ma se si dispone invece fra le espansioni polari delle due bobine $B$ e $B_1$ un diapason di acciaio e lo si percuote in modo da metterlo in vibrazione, si osserverà che il solo fatto di percuoterlo anche leggermente provocherà, nel circuito di placca del triodo, delle oscillazioni persistenti sulla frequenza del diapason stesso.

Analizzando il fenomeno, questo risulta simile a quello del triodo oscillatore, con la differenza che se in quest'ultimo le variazioni del campo magnetico della bobina $B$ erano provocate dalla corrente oscillante del circuito $B\ C$, nell'oscillatore a diapason invece la stessa variazione di campo viene provocata dal movimento meccanico che fanno i bracci del diapason quando questo è in oscillazione.

Infatti, com'è noto, percuotendo un diapason esso oscilla con una data frequenza producendo un'onda sonora, l'ampiezza della quale ha un andamento simile a quello della corrente di una scarica oscillante. Il fatto perciò, di introdurre i bracci di un diapason nel campo della bobina $B$, se il diapason oscilla, provoca una modifica del campo $B$ nel ritmo delle oscillazioni. Data però l'esistenza di un campo variabile, anche nella bobina $B_1$, si genererà una corrente la quale producendo agli estremi della bobina stessa una d. d.

p. ed essendo detti estremi collegati fra la griglia ed il filamento del triodo, provocherà nel rispettivo circuito di placca delle variazioni magnificate di corrente. La stessa corrente poi circolando nella bobina $B$ ed essendo già variabile nel ritmo delle oscillazioni del diapason e qualora sieno in fase con le oscillazioni preesistenti (quando cioè si era percorso il diapason), aiuterà magneticamente il diapason stesso a mantenere la sua oscillazione, la quale, rinnovando la trasformazione di energia descritta, darà continuità al fenomeno sino a diventare persistente.

Anche in questo caso la persistenza delle oscillazioni è ottenuta a spese delle sorgenti elettriche che forniscono l'energia anodica e l'energia di accensione del triodo.

In questo modo dunque, al secondario del trasformatore $T$, sarà possibile erogare una certa quantità di energia alternata, di frequenza costante ed eguale a quella del diapason. Avendo perciò cura di usare un diapason che mantenga inalterata la sua frequenza di oscillazione, anche al secondario del trasformatore $T$ la frequenza sarà perfettamente costante.

Un'energia simile sarà perciò la più adatta per alimentare le bobine sincronizzanti della ruota di sincronismo del trasmettitore televisione.

Ora, da questa breve considerazione generale sul funzionamento dell'oscillatore a diapason, è facile rilevare come la sua realizzazione pratica presenti qualche incognita degna di osservazione.

Infatti, l'energia oscillante che può fornire qualunque valvola ricevente è in media di appena qualche decimo di Watt e quindi si presenta anzitutto la necessità di far seguire all'oscillatore almeno due o tre stadi di amplificazione per potere poi utilizzare l'energia dello stadio finale quale energia sincronizzante. In secondo luogo, è necessario che il circuito di placca sia in risonanza con le oscillazioni del diapason e che si verifichi cioè l'eguaglianza (fig. 153).

$$\omega L = \frac{1}{\omega C}$$

alla quale condizione dovrà corrispondere la

$$I = \frac{E}{\Sigma R}$$

D'altra parte è indispensabile che l'energia di reazione destinata, per mezzo della bobina $L$, a mantenere in vibrazione il diapason, non sia superiore ad un certo valore critico che se sorpassato (le oscillazioni aumentando d'ampiezza ed avendo la valvola un determinato coefficiente di amplificazione), provocherebbe nel circuito un eccesso di energia che potrebbe anche bloccare il diapason stesso, o dar luogo a delle oscillazioni parassitarie poco desiderabili.

Perciò la presa della tensione anodica per il circuito di reazione sarà bene prevederla variabile, in maniera che anche la corrente $i$ possa essere conseguentemente fissata al giusto valore, in modo che

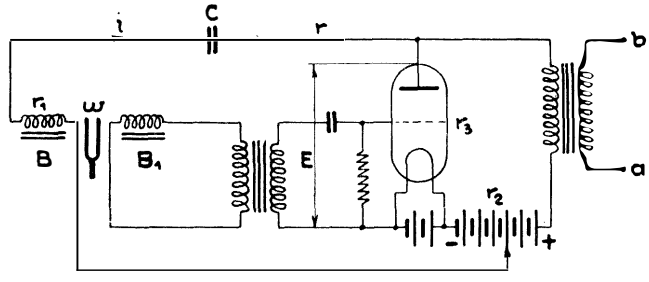



Fig. 153.
Triodo oscillatore pilotato dal diapason.

le amperspire della bobina $L$ risultino quelle indispensabili al mantenimento delle oscillazioni del diapason.

La fig. 154 rappresenta lo schema completo di un oscillatore a diapason seguito da due stadi di amplificazione di cui uno è di potenza. Nello stesso schema l'accoppiamento intervalvolare è fatto per trasformatori per ovvie esigenze della alimentazione anodica, la quale è stata prevista a corrente alternata raddrizzata.

Usando invece delle batterie, l'accoppiamento per resistenza-capacità si presta egualmente bene.

Ai fini della costanza di frequenza prodotta dal diapason è necessario che quest'ultimo sia costruito di una lega speciale in modo che il coefficiente di dilatazione termica sia compensato dalla maggiore elasticità del materiale.

Per preservare inoltre il diapason dalle vibrazioni esterne e dalle variazioni della temperatura ambiente, è sufficiente racchiu-

dere ermeticamente il diapason e le rispettive bobine in un involucro di acciaio il quale a sua volta sia sospeso in un vaso pieno d'acqua. Il complesso va poi contornato di bambagia e sistemato al centro di una cassetta di legno.

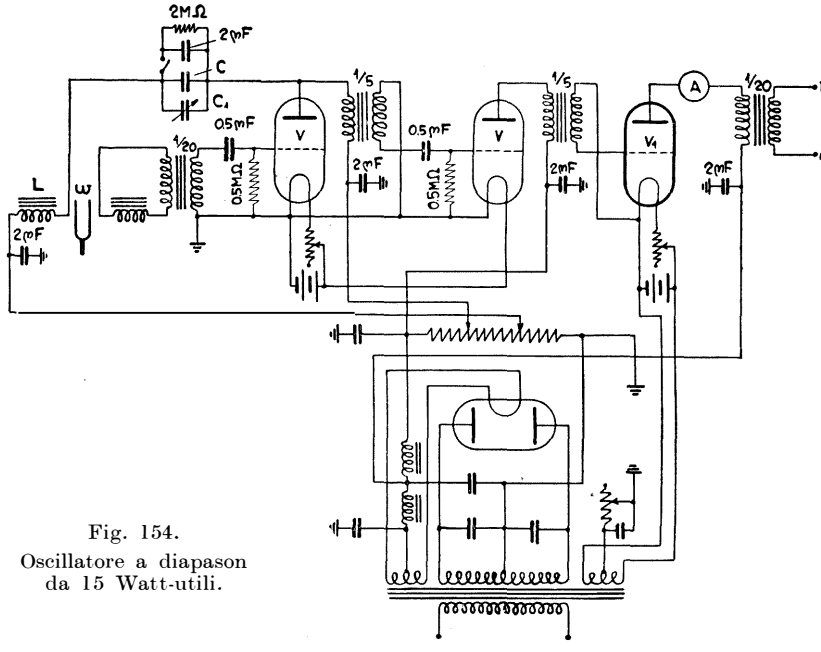



Fig. 154.
Oscillatore a diapason da 15 Watt-utili.

*V*, valvola di ricezione a bassa impedenza (5000 ÷ 10000 Ohm); $V_1$, valvola di potenza (25 Watt-dissipati); *L* e *C*, induttanza e capacità da calcolarsi in base a $\omega$, $C_1$, condensatore variabile da 0,0001 $\mu F$.

§ 54. Ruota sincrona. — Al paragrafo 39 si è già visto a quali esigenze deve soddisfare la ruota sincrona ricevitrice affinchè la velocità di esplorazione si mantenga costante quando, a causa di perturbazioni manifestantisi sulla linea che alimenta il motore, la rispettiva coppia motrice tende a variare.

Cosa analoga succede pure nel trasmettitore dove però, data la disponibilità di batterie d'accumulatori e quindi l'alimentazione del motore a tensione costante, la potenza sincronizzante che deve sviluppare la ruota sincrona risulta notevolmente inferiore.

Infatti, premesso che la tensione d'alimentazione sia costante, le variazioni di velocità del motore sono dovute alle sole variazioni

degli attriti (pressione incostante delle spazzole, vibrazioni pendolari del disco, ecc.) ed alle variazioni di resistenza che subisce l'avvolgimento per effetto del riscaldamento.

Ora, queste variazioni sono rappresentate da piccole percentuali della velocità di base poichè da esperienze eseguite con dischi esploratori del tipo rigido e ruotanti in scatola di protezione la potenza sincronizzante necessaria non era mai superiore al 3% della potenza resa dal motore. Alimentando quindi lo statore della ruota con una potenza tale che sviluppi una potenza sincronizzante corrispondente al 6% della potenza resa dal motore, la costanza dei giri del disco trasmettitore sarà così largamente garantita.

Per il progetto dell'oscillatore a diapason interessa conoscere il valore della potenza assorbita dalle bobine sincronizzanti. Chiamando perciò con $P_a$ detta potenza, con $P_{a1}$ quella assorbita dal motore e con $\eta$ e $\eta_1$ i rispettivi rendimenti si può evidentemente porre

$$P_a = 0{,}06 \frac{P_{a1} \cdot \eta_1}{\eta} \tag{55}$$

Dato poi l'andamento sinusoidale della corrente originata dal diapason nel circuito anodico della valvola finale, per la (53') sarà

$$P_a = W_f = \frac{\mu^2 \cdot \mathcal{E}_g^2 \cdot Z}{2\,(\varrho + Z)^2} \text{ (1)}$$

Anche in questo caso per utilizzare, la massima potenza efficace di cui è capace il triodo finale dell'oscillatore a diapason, converrà che l'impedenza apparente del circuito di alimentazione $Z$ delle bobine sincronizzanti sia eguale all'impedenza $\varrho$ del triodo finale.

Ora, dati i valori pratici di $\varrho$ i quali com'è noto (ved. tab. X) s'aggirano sui 1500 Ohm, dovrà essere soddisfatta la nota relazione

$$\varrho = Z = \frac{E}{I} \tag{56}$$

(1) Si rammenta che nell'espressione è sottointeso che la ruota sincrona funzioni a $\cos \varphi = 1$ a 1/1 carico.

dove $E$ = tensione d'alimentazione della ruota sincrona;
$I$ = corrente assorbita dalla ruota sincrona.

Il valore di $Z$ però dipende anche dai vari elementi che caratterizzano la ruota sincrona tali p. es., l'induzione nel traferro, le dimensioni del dente, l'impedenza delle bobine sincronizzanti, la reazione d'indotto ed il tipo di avvolgimento statorico, i quali elementi risultano di non facile determinazione a causa delle rilevanti dispersioni di flusso che hanno luogo in macchine di così piccola potenza.

Pertanto, lo sviluppo integrale dello schema di calcolo necessario per tale tipo di motore porterebbe all'infuori dei limiti imposti a questo libro senza considerare poi che tale calcolo risulterebbe di dubbia utilità poichè per tali tipi di macchine è preferibile procedere per tentativi sperimentali.

Comunque l'amatore che desideri avere una guida per la costruzione della ruota sincrona sulla base di un calcolo approssimato può giovarsi delle formule qui appresso esposte.

Ammesso quindi che l'avvolgimento sincronizzante sia composto da $n_b$ bobine in serie, da $n_s$ spire ciascuna, chiamando con $B\delta$ (Gauss) l'induzione nel traferro, con $s_p$ (cm²) la superfice dell'espansione polare [1] e con $\mathcal{E}_a$ (Volt) la tensione d'alimentazione si ha notoriamente

$$n_s = \frac{\mathcal{E}_a \cdot 10^8}{n_b \cdot 6 \cdot f \cdot B\delta \cdot s_p}$$

e che per la 54 (poichè $\rho = Z$) diventa

$$n_s = \frac{\sqrt{8 \cdot \varrho \cdot W_f} \cdot 10^8}{6 \cdot n_b \cdot f \cdot B\delta \cdot s_p} \tag{58}$$

dove $B\delta$ risulta espresso dalla

$$B\delta \cong \frac{A_s}{0{,}8\,\delta} \tag{58'}$$

in cui

$\delta$ = traferro radiale (cm.);

[1] Come si vedrà fra poco, lo statore della ruota conviene sia simile all'induttore di una macchina a corrente continua e quindi l'espansione polare del polo rotore può essere eguale a quella del polo statore.

$A_s$ = amperspire di eccitazione per polo induttore (sfruttando il flusso permanente dell'acciaio si può assumere: $A_s = \sim 200$ per ruote d'acciaio dolce; $A_s = \sim 250$ per ruote d'acciaio per magneti):

e

$$s_p = b \cdot l \tag{59}$$

dove

$b$ = arco polare (cm.);
$l$ = lunghezza assiale dell'espansione polare (cm.);
$s_p$ = superfice polare.

Noto $n_s$, il coefficiente d'autoinduzione $L$ dell'avvolgimento statorico con sufficiente approssimazione risulta dalla seguente espressione

$$L = 10^{-8} \cdot 2p \cdot n_s^2 \cdot 0{,}4 \cdot l \left( \log \frac{\pi \cdot x_2 + x_1}{x_1} + \frac{\pi \cdot y}{3\, x_1} \right) \text{ (Henry)} \tag{60}$$

in cui oltre ai simboli già noti significano

$x_1$ il passo polare statore ($x_1 = \sim d_s \cdot \pi / n_b$ dove $d_s$ = diametro interno statore = diam. est. rotore + $2\delta$);
$x_2$ l'arco polare statore ($x_2 = \sim b$);
$y$ la profondità radiale del polo statore.

Com'è noto, $L$ non deve risultare troppo elevato poichè con l'aumentare di $L$ aumentano pure le dispersioni di flusso. D'altra parte si ha un limite minimo di $L$ sotto il quale la corrente assorbita [1] dal motore sincrono a rotore fermo sovraccaricherebbe pericolosamente il triodo alimentatore. Inoltre $L$ dipende ancora da $B_\delta$, $n_b$ e $s_p$ e quindi nel fissare detti valori si rammenta che con l'aumentare di $n_b$ aumenta la lunghezza del conduttore (aumentano i tratti frontali) e quindi per il rispettivo aumento di resistenza aumentano le perdite nel rame ($R \cdot \mathcal{J}^2_{\text{eff.}}$).

$B_\delta$ invece conviene sia il massimo consentito poichè, per la (58), si riduce notevolmente il traferro $\delta$ e quindi il coefficiente di dispersione del flusso. Si consiglia pertanto di scegliere per $\delta$ il valore 0,005 ÷ 0,02 cm. il quale però richiede il montaggio del rotore su sfere per evitare possibili sfregamenti fra rotore e statore.

---

[1] La corrente assorbita a ruota ferma risulta dalla nota espressione

$$I_c = \frac{\mathcal{E}}{\sqrt{R^2 + 4\,\pi^2 \cdot f^2 \cdot L^2}}$$

($R$ = resistenza dell'avvolgimento statorico).

Generalmente si fissa $L$ ed $R$ in modo che $I_c = 2 \div 3\, I$ dove $I$ è la corrente assorbita dal motore a 1/1 carico.

Infine ritenendo necessario un aumento di $s_p$ si consiglia allo scopo di aumentare preferibilmente la lunghezza assiale del polo ($l$) che non l'arco polare ($b$), e quindi il diametro rotore con il quale aumenta il $PD^2$, rammentando tuttavia che il polo di sezione quadrata consente la minima lunghezza di filo per la bobina.

Quale orientamento per le dimensioni magnetiche della ruota si possono considerare le seguenti relazioni

$$l = \frac{2 \cdot 10^4 \cdot W_f}{1000 \cdot d_s^2 \cdot N} \text{ (cm.)} \tag{61}$$

in cui

$W_f$ = potenza assorbita (Watt);
$N$ = numero giri;
$d_s$ = diametro interno statore (cm).

$$\text{Passo polare statore} = t_s = \sim \frac{\pi \cdot d_s}{n_b} \tag{62}$$

$$\text{Passo polare rotore} = t_r = \sim \frac{\pi \cdot d_r}{2p} = \sim 1{,}5b \div 2b \tag{63}$$

Profondità radiale polo rotore $= h = \sim b \div 2b$.

Profondità radiale polo statore $= y = \sim 5\,b \div 10b$ in conformità ad $n_b$ ed alle esigenze dell' avvolgimento.

Per la sezione del conduttore si consideri

$$s = \frac{\mathcal{J}_{\text{eff}}}{q} \text{ (mm.}^2\text{)}$$

dove

$\mathcal{J}_{\text{eff}}$ = corrente efficace che attraversa il conduttore (Ampere);
$q$ = densità specifica di corr. nel conduttore ($q = 3 \div 5$ Amp./mm$^2$.);

Riassumendo dunque converrà costruire la ruota con un piccolo traferro e con l'avvolgimento statorico a bobine, similmente all'induttore di una macchina a corrente continua. Per rendere minime le perdite nel rame sarà bene assúmere $n_b = 2 \div 6$.

È ovvio che nelle suesposte espressioni devesi tener presente che la scelta dei valori dovrà esser fatta in modo che non solo il valore risultante dell'impedenza apparente risulti possibilmente eguale a quello di $\varrho$ ma che con gli stessi valori, la ruota possa realizzare il massimo rendimento.

Per quanto concerne i materiali da impiegarsi per la costru-

zione della ruota sincrona, si rammenta che la scelta di essi dipende dal modo di funzionamento pratico della ruota, che può agire sia come « motore sincrono » che come « motore fonico » (motore a reattanza).

Nel primo caso com'è già noto, il motore consta generalmente di uno statore di ferro dolce laminato su cui è collocato l'avvolgimento sincronizzante e di un rotore (ruota polare o ruota a denti) che è di acciaio, se per la sua magnetizzazione si sfrutta il magnetismo permanente, oppure è di ferro dolce, se per la sua magnetizzazione lo si provvede di un avvolgimento di eccitazione. Tale motore possiede una sola velocità di sincronismo espressa dalle relazioni (23) e (24) (a seconda dell'andamento della corrente di alimentazione), mentre, mediante un'opportuna dimensionatura del dente e la scelta del tipo adatto di acciaio nel caso di un rotore d'acciaio, oppure variando la corrente di eccitazione nel caso di un rotore provvisto d'avvolgimento d'eccitazione, è possibile far lavorare il motore a $\cos \varphi = 1$ e quindi migliorare il rendimento del complesso sincronizzante.

Nel secondo caso invece il motore fonico consta pure di uno statore di ferro dolce laminato su cui è collocato l'avvolgimento sincronizzante e di un rotore (ruota polare o ruota a denti) il quale anzichè essere di acciaio è di ferro, dimodochè il magnetismo permanente nel dente risulta quasi nullo. Poichè tale motore funziona per induzione, può sincronizzarsi anche a velocità diverse da quella di sincronismo espressa dalle relazioni (23) e (24) mentre è ovvio che a causa del basso valore dell'induzione permanente nei denti, il $\cos \varphi$ risulta molto basso e quindi pure il rendimento del complesso sincronizzante è notevolmente inferiore a quello che potrebbe realizzare lo stesso motore fonico fatto funzionare come motore sincrono.

È ovvio che sia il motore sincrono che il motore fonico non si avviano da sè qualora non si ricorra a speciali accorgimenti costruttivi per tale scopo cioè provvedendo il rotore di un avvolgimento a gabbia di scoiattolo oppure, specie nel caso di un motore fonico, costruendo il rotore di ferro massiccio anzichè di ferro laminato. Si rammenta però che nel presente caso specifico di applicazione, l'autoavviamento della ruota risulta inutile poichè essa viene portata alla velocità di sincronismo dal motore che trascina il disco esploratore e quindi è preferibile eseguire la ruota di ferro lami-

nato ottenendo così una notevole riduzione delle perdite per effetto Foucault.

Riassumendo quindi, per la costruzione della ruota sincrona si consiglia di usare i seguenti materiali:

*Per il motore sincrono*:

Ruota a denti (induttore): acciaio dolce o acciaio speciale per magneti oppure lamiera di ferro al silicio (spess. = 0,5÷1 mm., 2% silicio) qualora i denti siano provvisti di avvolgimento d'eccitazione;

Statore (indotto): lamiera di ferro al silicio (spess. = 0,35÷0,5 mm., 2% silicio).

*Per il motore fonico*:

Ruota a denti: lamiera di ferro al silicio (spess. = 0,5÷1 mm., 2% silicio) oppure ferro dolce massiccio;

Statore (indotto): lamiera di ferro al silicio (spess. = 0,35÷0,5 mm., 2% silicio).

Per quanto riguarda il collegamento delle bobine sincronizzanti [1] col triodo alimentatore, se il segnale sincronizzante è una corrente alternata (oscillatore a diapason) si ricorda che per soddisfare la relazione (23) è indispensabile che detto collegamento avvenga attraverso ad un trasformatore poichè se l'inserzione è invece diretta, la componente continua del triodo, a seconda del suo valore, può ridurre il flusso prodotto dalla semi-onda inferiore in modo più o meno sensibile e quindi influire sulla potenza sviluppata dalla ruota stessa.

Il tipo di inserzione non ha invece eccessiva importanza nei ricevitori, inquantochè il segnale sincronizzante è una corrente pulsante e quindi la presenza della componente continua del triodo migliora se mai la forma d'onda del segnale stesso col risultato di far sviluppare alla ruota una maggiore potenza sincronizzante.

Infine si rammenta che, data l'esistenza di un piccolo traferro, per impedire l'introduzione di polvere, detriti ecc., sarà bene sistemare statore e rotore in una carcassa protettiva di alluminio o ghisa similmente a quanto si fa per le piccole macchine elettriche.

---

[1] Fra di loro le bobine sincronizzanti vanno collegate in modo che facendole attraversare dalla corrente continua questa provochi dei rispettivi poli magnetici alternati.

IX.

# RICEVITORI

## *A*) Ricevitori tipo a disco

§ 55. Disco esploratore. — Per il calcolo delle dimensioni del disco esploratore ricevitore valgono le stesse relazioni già considerate per quello trasmettitore. Particolare importanza, in questo caso, assume il peso ed il diametro del disco poichè da questi valori dipende com'è noto il valore della potenza sincronizzante che dovrà poi fornire il rispettivo apparecchio radio.

Si consiglia perciò di eseguire dischi con diametri non superiori ai 500 mm. usando allo scopo lamiera d'alluminio crudo dello spessore massimo di 0,4 mm.

Adottando dischi del tipo flessibile con 5 razze provviste di fori d'alleggerimento e ruotanti in apposita scatola di protezione [1], si possono considerare i seguenti dati sperimentali ricavati per tre tipi di dischi normali.

---

[1] La scatola di protezione deve avere dimensioni tali che l'intercapedine d'aria intorno al disco sia di almeno 7 mm. e non superiore ai 15 mm.

Per evitare che all'atto dell'avviamento il disco sfreghi contro le pareti della scatola si consiglia di foderare le pareti interne, dove può avvenire il contatto, con delle striscie circolari di feltro.

*Tabella XI.* – POTENZA MOTRICE ($P_r$), POTENZA ASSORBITA DAL MOTORE ($P_{a1}$) E POTENZA SINCRONIZZANTE ASSORBITA ($P_a$, $P'_a$) (1) A 750 GIRI PER ALCUNI TIPI DI DISCHI RICEVITORI NORMALI.

| Diametro $D$ mm. | Spessore $s$ mm. | $P_r$ Watt | $P_{a1}$ Watt | $P_a$ Watt | $P_a'$ Watt |
|---|---|---|---|---|---|
| 500 | 0,3 | 8 | 25 | 2,5 | 4,9 |
| 450 | 0,2 | 6,5 | 19 | 2,1 | 4,1 |
| 350 | 0,2 | 4 | 10 | 0,64 | 1,4 |

Se ben costruito il disco deve poter sopportare due volte la velocità normale senza dar luogo a vibrazioni di sorta.

La lamiera scelta dev'esser perfettamente piana, mentre per evitare delle deformazioni permanenti che tendono a manifestarsi durante la lavorazione, è indispensabile che il disco venga tranciato in un sol colpo come risulta dalla fig. 155. I fori esploratori vanno tranciati in una seconda fase di lavorazione da apposita macchina utensile (2).

Ciascun disco viene poi rettificato a mano indi centrato e fissato sulla rispettiva flangia, già preparata a parte, la quale a sua volta verrà infilata e fissata sull'albero del motore. È ovvio che quest'ultimo accoppiamento fra albero motore e foro flangia deve essere a calibro del tipo scorrevole.

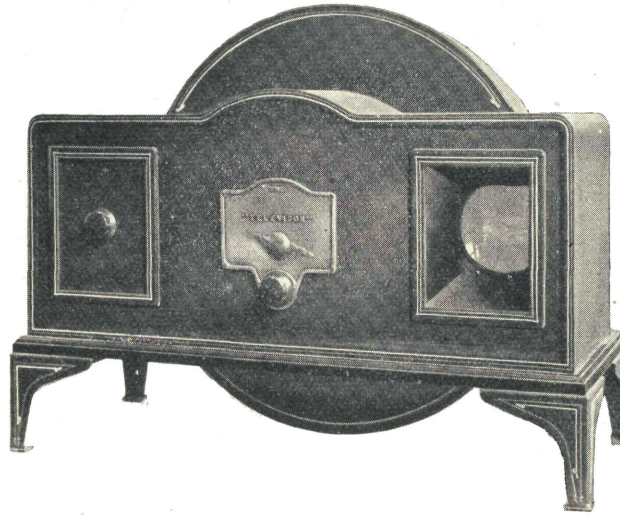
Per evitare inoltre dannose dispersioni e riflessioni di luce, la corona del disco va patinata da ambedue le parti in nero opaco.

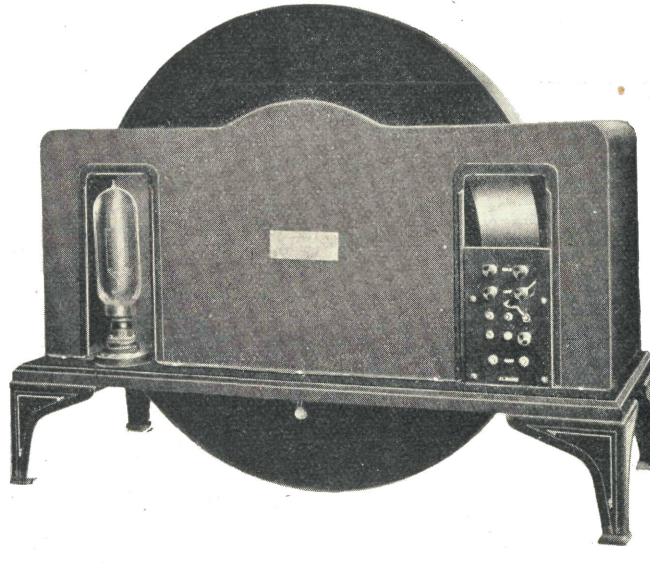
§ 56. SISTEMA OTTICO – MASCHERA LIMITATRICE – RELAIS LUMINOSO. — Nel ricevitore a disco lo scopo del sistema ottico è quello di ingrandire l'immagine che si forma sul disco. Il sistema perciò risulta molto semplice e consta generalmente di un magnificatore ottico ad una o due lenti.

Il rispettivo rapporto d'ingrandimento non deve essere ecces-

(1) La $P_a$ è sufficiente per segnale sincronizzante incanalato con $n = \sim 9$. La $P_a'$ è sufficiente per segnale sincronizzante a semplice frequenza di base con $n = \sim 6$ (attuali trasmissioni Europee).

(2) Gli amatori ed i piccoli fabbricanti, qualora adottino il foro rotondo, possono con ottimo successo usare l'utensile economico illustrato nella tav. V.





Televisore-ricevente a disco di Nipkow per la ricezione da Londra.
Tipo commerciale costruito dalla Baird Ltd.
(Avviamento a motore, sincronismo semiautomatico).

sivo data la piccola densità luminosa dell'immagine per non dover ricorrere, onde evitare l'aberrazione sferica, a delle lenti di grande diametro. Generalmente il rapporto d'ingrandimento non è maggiore di 1,5 per magnificatori ad una sola lente e di 2 per magnificatori a due lenti.

Costruttivamente, le lenti vengono sistemate in apposita sca-

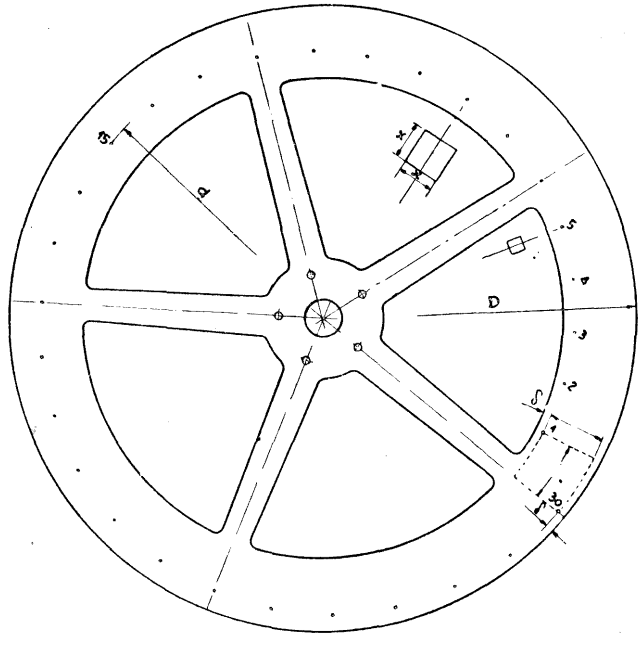



Fig. 155.

tola metallica, patinata di nero opaco per evitare riflessi nocivi, e, provvista di paraluce a tronco di piramide (figg. 156 e 157).

*Maschera limitatrice.* – La maschera limitatrice del ricevitore può avere il foro limitatore simile a quello della maschera del trasmettitore oppure può anche essere rettangolare. In questo caso però una piccola parte della superficie utile dell'immagine risulta ommessa.

Per ovvie ragioni di semplicità, quale maschera limitatrice conviene usare la parete della scatola del magnificatore, provveden-

dola della rispettiva finestra d'apertura. Di conseguenza il magnificatore deve essere sistemato in modo che il rispettivo asse ottico passi per il centro della finestra stessa.

Rispetto al disco, la sistemazione del magnificatore dipende dal senso di esplorazione usato nella trasmettente. Generalmente per il senso verticale il magnificatore (guardando l'immagine) va sistemato a destra del disco (figg. 156 e 157, usato dalla stazione di

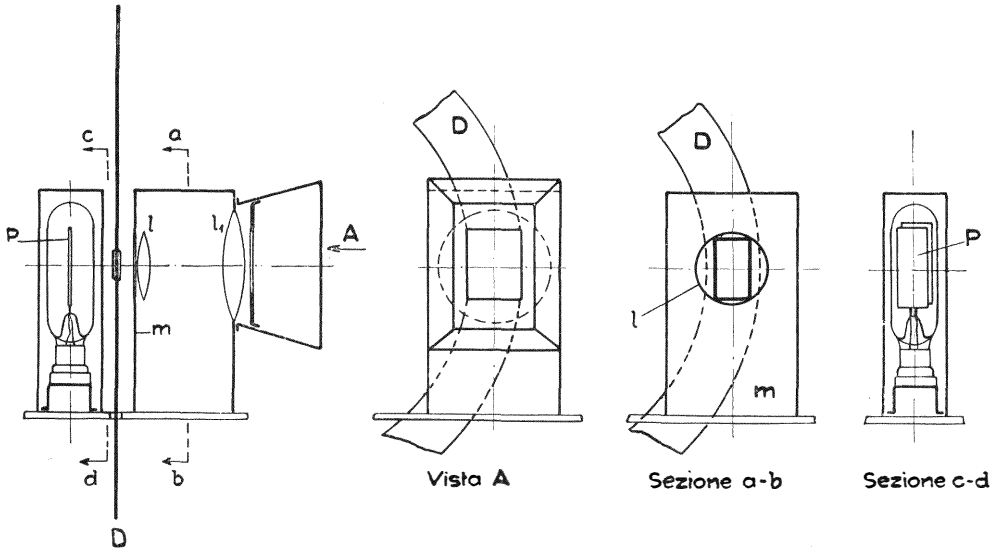



Fig. 156.
Sistemazione del magnificatore ottico e della lampada al neon per la ricezione da Londra.

Londra), per il senso orizzontale in alto del disco (figg. 158 e 159, usato dalle stazioni tedesche).

*Relais luminoso.* – Com'è noto, il relais luminoso di un ricevitore a disco è generalmente costituito dalla lampada a luminescenza tipo a campo luminescente riempita di gas neon o di vapore di mercurio. La scelta del tipo va fatta evidentemente in relazione alla potenza utile disponibile poichè maggiore è la densità luminosa del relais, più grande è la potenza di modulazione necessaria.

La tab. XII indica dei valori per la densità luminosa e la cor-

rispondente potenza modulatrice per alcuni tipi di lampade normali.

Fra densità luminosa del relais $e_r$ (CH/cm²) e quella dell'immagine $e_i$ (CH/cm²), da quanto già esposto per i trasmettitori, esiste la seguente relazione

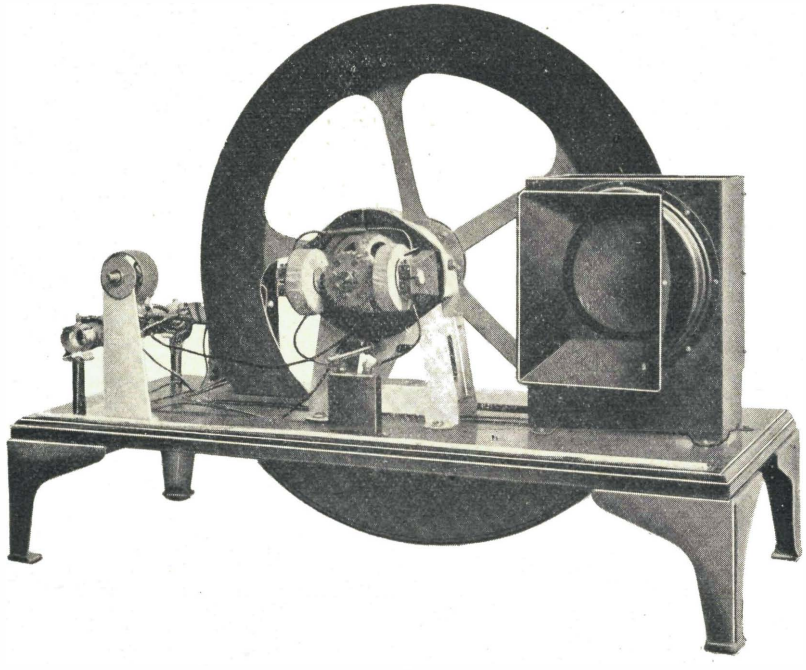


Fig. 157.
Televisore-ricevente a disco di Nipkow per la ricezione da Londra. Tipo commerciale costruito dalla Baird Ltd.
(Avviamento a motore, sincronismo semiautomatico).

$$e_i = e_r \frac{r_o^2}{r_o^2 + a^2} \cdot \frac{q \cdot q_o \cdot p_{rl} \cdot g}{N_a \cdot m_c} \text{ (CH/cm}^2\text{)} \qquad (64)$$

dove oltre ai simboli già noti (v. paragrafo 47) significano:

$r_o$, il raggio della prima lente del magnificatore ottico (cm.);

$a$, la distanza fra il disco e detto magnificatore (cm.);

$p_{rl}$, il coefficiente di dispersione del flusso nel relais luminoso (ved. tab. XII);

$q$, il coefficiente di dispersione del flusso nel dispositivo esploratore (in questo caso: $q = \dfrac{A\,B}{2\,r_o^2\,\pi/4} = \sim 0{,}4$);

$m_c$, il rapporto d'ingrandimento del magnificatore ottico ($m_c = 1{,}5 \div 2$).

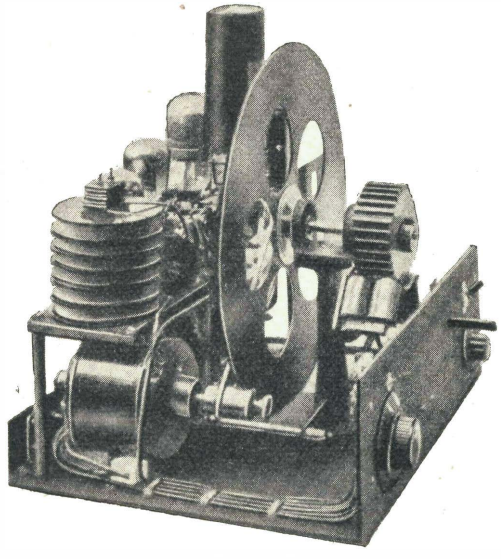


Fig. 158.
Televisore-ricevente a disco di Nipkow per la ricezione da Berlino. Tipo commerciale costruito dalla « Telehor ».
(Avviamento a motore, sincronismo semiautomatico).

*Tabella XII.* – Valori di $e_r$ e $p_{rl}$ per alcuni tipi di relais luminosi adatti per ricevitori a disco (lampade a placca luminescente, dimensioni della placca $40 \times 50$ mm.).

| Tipo del relais luminoso | Densità luminosa $e_r$ (CH/cm²) | Inerzia | Potenza modul. Watt | Coeff. di disp. relais $p_{rl}$ |
|---|---|---|---|---|
| Lampada al neon .. | 0,04 | $10^{-4} \div 10^{-5}$ | 2 | 0,7 |
| Lampada Moorlich . | 0,25 | $10^{-5}$ | $5 \div 10$ | 0,7 |
| Lampada a vapore di mercurio ..... | $2{,}5 \div 3$ | $10^{-5}$ | $10 \div 30$ | $0{,}5 \div 0{,}7$ |

Volendo p. es. calcolare la densità luminosa dell'immagine di un ricevitore a disco di tipo domestico ($D = 450$ mm.) adatto per la ricezione da Berlino ($A = 3$ cm, $B = 4$ cm., $N_a = 1200$) e assumendo $r_o = 4$ cm., $m_e = 1{,}5$, $q = 12/12{,}5 = \sim 1$, $p_o = 0{,}92$, $g = 1{,}2$ per la (64) si ha

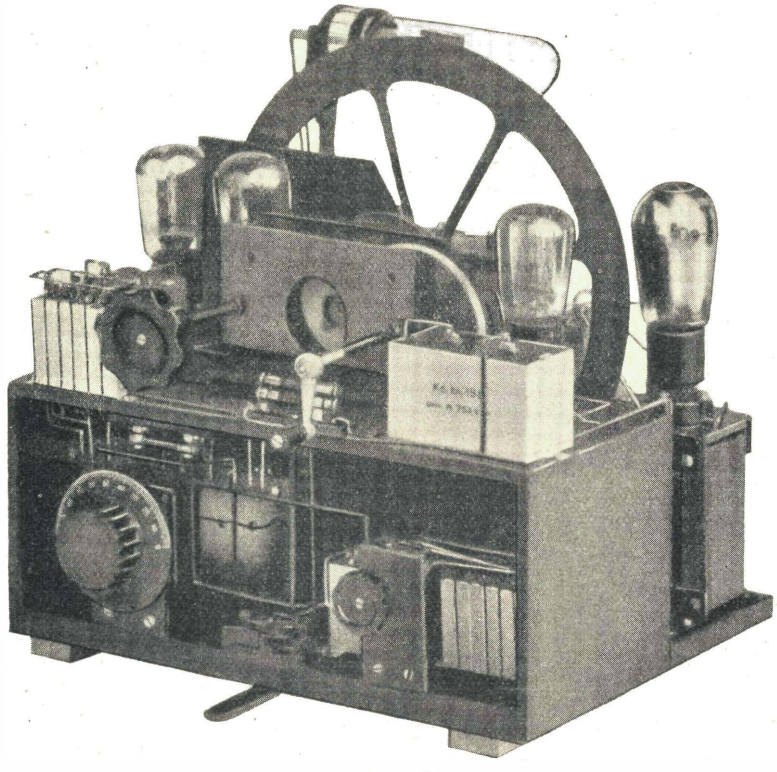


Fig. 159.
Televisore-ricevente a disco di Nipkow per la ricezione da Berlino. Tipo commerciale costruito dalla « Fernseh A. G. ».
(Avviamento a mano, sincronismo semiautomatico).

1) usando la lampada al neon

$$e_i = 0{,}04 \frac{4^2}{4^2 + 4^2} \cdot \frac{0{,}92 \cdot 0{,}7 \cdot 1{,}2}{1200 \cdot 1{,}5} = 0{,}94 \cdot 10^{-5} \text{ CH/cm}^2$$

2) usando la lampada Moorlich

$$e_i = 0{,}25 \frac{4^2}{4^2 + 4^2} \frac{0{,}92 \cdot 0{,}7 \cdot 1{,}2}{1200 \cdot 1{,}5} = 5{,}8 \cdot 10^{-5} \text{ CH/cm}^2$$

3) usando la lampada a vapore di mercurio

$$e_i = 2{,}25 \frac{4^2}{4^2+4^2} \frac{0{,}92 \cdot 0{,}7 \cdot 1{,}2}{1200 \cdot 1{,}5} = 58 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{CH/cm^2}$$

Ricordando che la densità luminosa propria ad un ottimo schermo cinematografico è di circa $100 \cdot 10^{-5}$ CH/cm², per i tre tipi di lampade si hanno rispettivamente i rapporti luminosi 0,94/100, 5,8/100 e 58/100, cioè adottando la lampada a vapore di mercurio e spendendo circa 20 Watt-utili, col ricevitore a disco si ottiene un'immagine la cui densità luminosa è circa la metà di quella di uno schermo cinematografico.

Al paragrafo 58 si vedrà come quest'ultimo risultato, a parità di costanti d'esplorazione, sia facilmente ottenibile con un ricevitore a specchi rotanti spendendo soltanto 2,5 Watt di potenza utile.

§ 57. MOTORE – RUOTA SINCRONA. — Nel televisore ricevente il motore rappresenta, per così dire, la parte vitale di tutto il complesso. Scorrevolezza, assenza di tremolii, uniformità della velocità [1], indipendenza della velocità dalla frequenza, non produrre disturbi di scintillio ed adattabilità del motore alle varie reti luce, sia a corrente continua che a corrente alternata, devono essere le sue doti indispensabili.

Per questi motivi tecnicamente si presta molto bene il motore a collettore eccitato in serie, col rotore montato su sfere e provvisto di filtro [2] contro gli effetti parassitari del scintillio al collettore.

Costruttivamente e rispetto alla ruota sincrona il motorino presenta tre soluzioni diverse e cioè:

*a*) motore tipo normale a carcassa fissa ad una sola sporgenza d'albero (ruota-sincrona e disco montati sulla stessa sporgenza d'albero, ved. Tav. VI e VII);

*b*) motore tipo speciale a carcassa oscillante a due sporgenze d'albero (fig. 160);

---

[1] La velocità a carico del motore più adatta alla ricezione delle attuali trasmissioni di televisione, dev'essere contenuta fra 800 ed i 1000 giri.

[2] Si ottiene facilmente un ottimo filtro collegando ciascuna spazzola alla massa del motore attraverso ad un condensatore fisso da 0,5 $\mu F$ la cui tensione d'isolamento è bene sia di almeno 5 volte la tensione di rete. (Per evitare col tempo possibili corti circuiti).

È importante far notare che per il perfetto funzionamento del filtro, la massa del motore « non deve essere collegata a terra ».

*c*) motore tipo speciale a carcassa fissa a due sporgenze d'albero (Tav. IX).

Di queste tre soluzioni la prima è evidentemente la più semplice ma presenta però lo svantaggio di non permettere, come nel caso *b*) e *c*) l'adozione di un piccolo valore pel traferro della ruota.

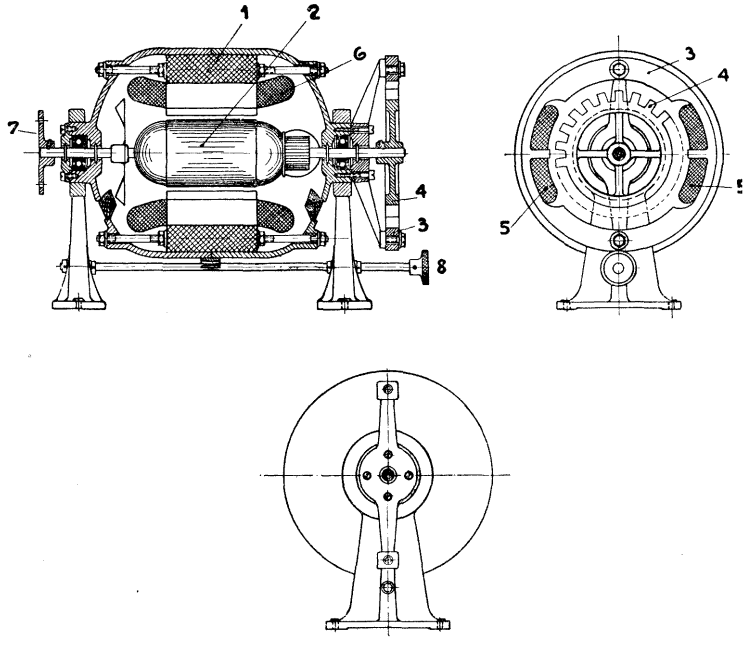



Fig. 160.

Gruppo motore-ruota sincrona.

1, statore motore; 2, rotore motore; 3, statore ruota sincrona; 4, ruota sincrona; 5, bobine sincronizzanti; 6, bobine eccitazione motore; 7, flangia porta-disco; 8, comando variazione angolo di fase.

Nel complesso disco-motore-ruota sincrona il motore stesso può essere previsto sia per fornire tutta la coppia motrice (la ruota sincrona fornisce all'occorrenza la coppia sincronizzante), che per funzionare quale motore di lancio affidando alla ruota sincrona il compito di sviluppare tutta la coppia motrice.

A parità di potenza sincronizzante ambedue le soluzioni offrono un sincronismo sicuro. Dal lato stabilità dell'immagine invece, la seconda soluzione offre un sensibile vantaggio ma esige d'altra

parte l'adozione di dischi esploratori molto più leggeri (per 6 Watt di potenza utile sincronizzante il disco non deve superare il diametro di 350 mm., tipo a 5 razze, materiale alluminio spessore 0,2 mm.). Anche la ruota sincrona dev'essere di alto rendimento e quindi di costruzione simile a quella già accennata per le ruote dei trasmettitori.

## *B*) RICEVITORI TIPO A SPECCHI ROTANTI.

§ 57. Ruota a specchi. — Per il calcolo delle dimensioni e per le particolarità costruttive della ruota a specchi del ricevitore, vale quanto si è già esposto per la ruota del trasmettitore.

§ 58. Sistema ottico - Maschera limitatrice - Relais luminoso. — Per il sistema ottico e per la maschera limitatrice del ricevitore a specchi rotanti valgono le disposizioni schematiche

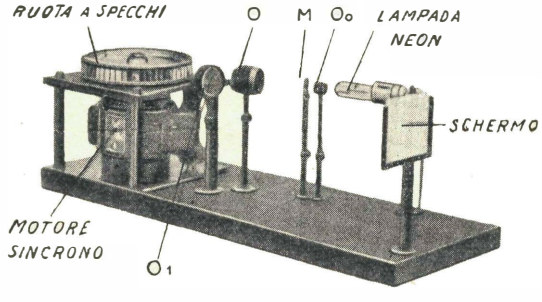



Fig. 161.
Ricevitore a specchi rotanti della « Fernseh A. G. ».

delle figg. 134, 135 e 140 salvo a piazzare nel piano $S_s$, al posto del soggetto uno schermo semi-trasparente dove possa manifestarsi l'immagine (fig. 161).

Quale schermo si consiglia l'uso di vetro smerigliato fine (color grigio) e di spessore non maggiore di 1 mm. Per le ragioni già osservate, sarà bene che lo schermo sia leggermente curvo nel senso dell'esplorazione con un raggio di curvatura corrispondente alla distanza fra l'obiettivo $O_1$ e lo schermo stesso.

*Relais luminoso.* – Com'è noto il relais luminoso del ricevitore a specchi rotanti può essere costituito sia dalla lampada a luminescenza o dalla macchia catodica di un tubo di Braun che da una qualunque sorgente luminosa purchè provvista di un dispositivo modulatore (relais di Kerr [fig. 162]).

Si adotterà senz'altro la lampada a luminescenza nei ricevitori tipo domestico poichè essa è dotata di una sufficiente densità luminosa per produrre immagini di dimensioni superiori e di maggior luminosità di quelle ottenibili con ricevitore a disco; si useranno

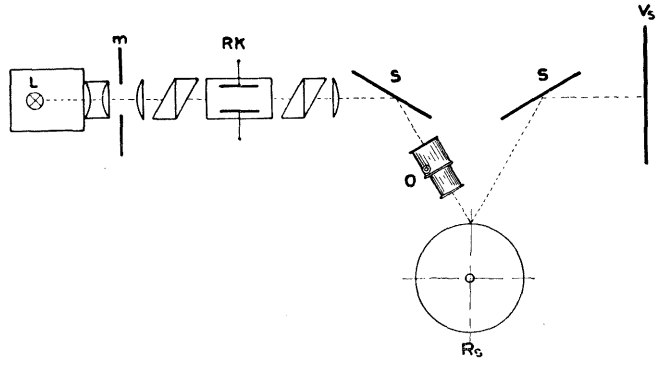



Fig. 162.
Ricevitore a specchi rotanti con sorgente luminosa modulata dal relais di Kerr.

*L*, sorgente luminosa puntiforme; *m*, maschera limitatrice; $R_k$, relais di Kerr; *S*, specchi riflettenti; *O*, obiettivo; $R_s$, ruota a specchi; $V_s$, schermo semi trasparente.

gli altri due tipi di relais per ricevitori destinati a produrre immagini di almeno 0,5 m².

Fra densità luminosa del relais $e_r$, (CH/cm²) e quella dell'immagine $e_i$, (CH/cm²), da quanto già esposto per i trasmettitori, esiste la seguente relazione (ved. fig. 140).

$$e_i = e_r \frac{r_o^2}{r_o^2 + a^2} \frac{q \cdot p_o \cdot p_r \cdot p_{rs} \cdot p_{rl}}{N_a \cdot m_e \cdot m_o} \tag{65}$$

dove oltre ai simboli già noti (v. paragrafo 49), si è chiamato con $p_{rl}$ il coefficiente di dispersione del flusso nel relais luminoso (ved. tab. XIII) e con $p_{rs}$ il coefficiente di dispersione del flusso nello schermo ($p_{rs} = 0{,}5$).

*Tabella XIII.* – VALORI DI $e_r$ E DI $p_{rl}$ PER ALCUNI TIPI DI RELAIS LUMINOSI ADATTI PER RICEVITORI A SPECCHI ROTANTI.

| Tipo del relais luminoso | Densità luminosa $e_r$ (CH/cm²) | Inerzia | Potenza modul. Watt | Coeff. di disp. relais $p_{rl}$ |
|---|---|---|---|---|
| Lampada al neon a punto lumin. .... | 25 | $10^{-5}$ | $2 \div 2,5$ | 0,75 |
| Relais di Kerr con sorgente ad arco voltaico ..... | $100 \div 200$ | $10^{-7}$ | $5 \div 20$ | 0,50 |
| Macchia catodica di un tubo di Braun | 600 | $10^{-8}$ | $3 \div 6$ | 0,30 |

Desiderando p. es. calcolare la densità luminosa dell'immagine di un ricevitore a specchi rotanti tipo domestico (fig. 161) provvisto di una ruota di caratteristiche eguali a quella della posizione seconda della tab. IX adatto per la ricezione da Berlino ($N_a = 1200$, $n_r = 30$) e che realizzi un'immagine di dimensioni $A = 9$ cm., $B = 12$ cm., assumendo $r_o = 1,5$ cm., $a = 1$ cm., $m_c = 1,25$, $m_o$ (per foro quadrato $x = 0,1$ cm.) $= X/x = 9/30 \cdot 0,1 = 3$, $q = 0,75$, $p_o$ (per tre lenti) $= 0,78$, $p_r$ (per specchi di vetro) $= 0,85$, $p_{rs} = 0,5$ per la (65) si ha:

1) usando la lampada al neon a punto luminescente:

$$e_i = 25 \frac{1,5^2}{1,5^2 + 1^2} \frac{0,75 \cdot 0,78 \cdot 0,85 \cdot 0,5 \cdot 0,75}{1200 \cdot 3 \cdot 1,25} = 32,8 \cdot 10^{-5} \text{ CH/cm}^2$$

2) usando il relais di Kerr (tipo piccolo: 5 Watt):

$$e_i = 100 \frac{1,5^2}{1,5^2 + 1^2} \frac{0,75 \cdot 0,78 \cdot 0,85 \cdot 0,5 \cdot 0,5}{1200 \cdot 3 \cdot 1,25} = 87,5 \cdot 10^{-5} \text{ CH/cm}^2.$$

3) usando la macchia catodica:

$$e_i = 600 \frac{1,5^2}{1,5^2 + 1^2} \frac{0,75 \cdot 0,78 \cdot 0,85 \cdot 0,5 \cdot 0,3}{1200 \cdot 3 \cdot 1,25} = 315 \cdot 10^{-5} \text{ CH/cm}^2$$

Analogamente a quanto si è fatto al paragrafo 56, confrontando cioè la densità luminosa propria ad uno schermo cinematografico (circa $100 \cdot 10^{-5}$ CH/cm²) con le densità luminose dell'immagine ora ottenute per i tre tipi di relais, si hanno rispettivamente i rapporti luminosi 32,8/100, 87,5/100 e 315/100 i quali dimostrano come col ricevitore a specchi rotanti, con po-

tenze modulatrici da $2 \div 10$ Watt si ottengono risultati notevolmente migliori, di quelli ottenibili col ricevitore a disco, sia per quanto concerne le dimensioni dell'immagine che per la rispettiva luminosità.

§ 59. MOTORE-RUOTA SINCRONA. — Per quanto riguarda il complesso motore-ruota sincrona del ricevitore a specchi rotanti, vale quello che si è già detto per l'analogo complesso del ricevitore a disco (v. paragrafo 57) salvo a considerare in questo caso per la ruota e per il motore, potenze (tanto sincronizzanti che motrici), sufficienti al tipo di ruota scelto (v. tab. IX).

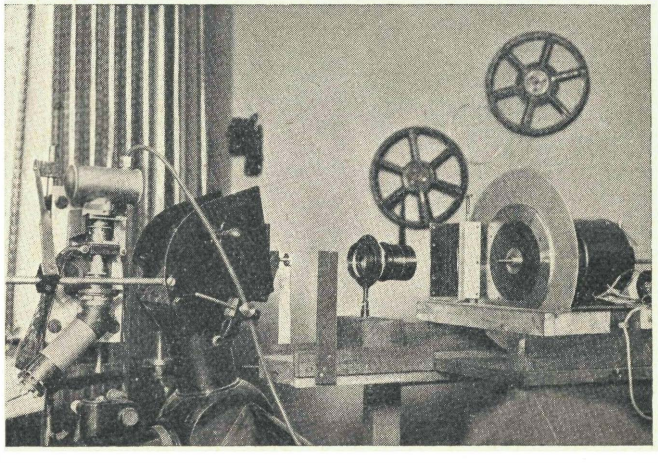
Si rammenta tuttavia che il complesso motore-ruota a specchi e motore-ruota sincrona può essere qui costruttivamente semplificato approfittando della lanterna della ruota a specchi per fissarvi la ruota a denti (femmina) e l'indotto del motore (forma statorica). Le bobine sincronizzanti e l'induttore del motore diventano fissi e quindi su di essi si farà agire il comando di fase.

Una tale soluzione costruttiva diminuisce notevolmente la lunghezza assiale del complesso, il suo peso e quindi il rispettivo $P\,D^2$, fattore quest'ultimo molto importante poichè influisce, come è noto, sulla potenza sincronizzante.

X.

# SISTEMI SPECIALI DI TELEVISIONE

§ 60. La telecinematografia. — La telecinematografia si differenzia dalla televisione in quanto alle visioni reali si sostituiscono le visioni cinematografiche. Il trasmettitore di film può essere perciò



Trasmissione sperimentale di film.
(Laboratorio della Baird Ltd).

qualsiasi tipo di trasmettitore di televisione, purchè venga adattato all'esplorazione diretta del quadretto luminoso di una normale macchina cinematografica.

La fig. 163 illustra un trasmettitore per film dove si utilizza un televisore a disco di Nipkow. È ovvio che il televisore può anche essere del tipo a specchi rotanti o a raggio catodico.

Il tipo a disco però offre su quest'ultimi il vantaggio di una maggior semplicità e di facile sincronizzazione del dispositivo esploratore con la macchina cinematografica.

La telecinematografia però, pur essendo arrivata con i trasmettitori a disco, ad esplorare film fino a 12.000 aree elementari e con 25 immagiri al secondo, è per ora limitata a soli studi di laboratorio poichè l'attuale limitazione imposta per la banda di frequenza non permette di trasmettere i films normali con sufficienza di dettagli.

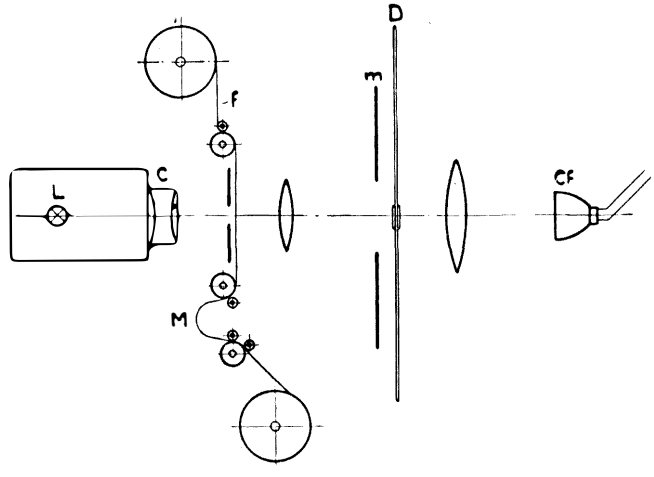


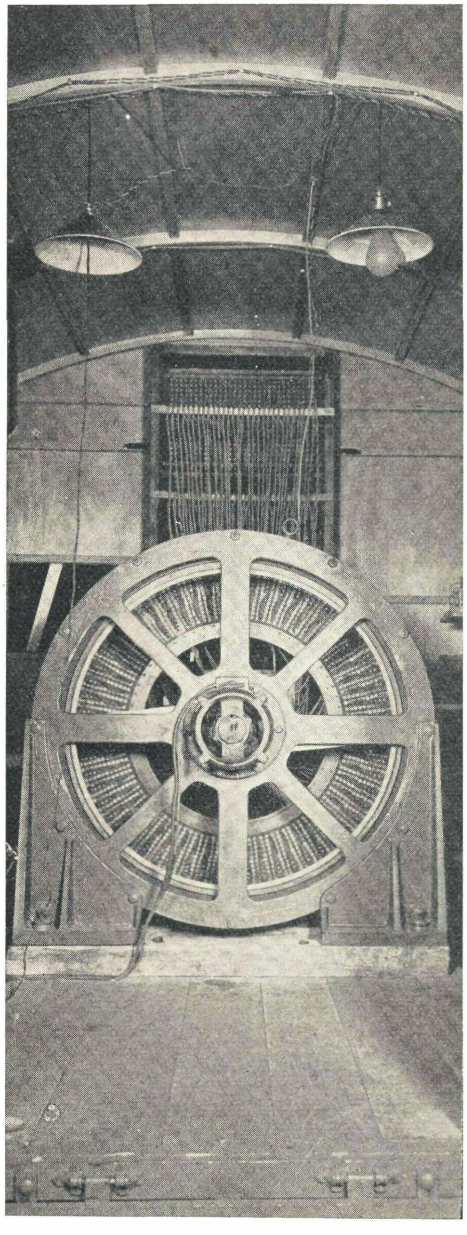

Fig. 163.
Trasmettitore per film.

*L*, sorgente luminosa; *M*, macchina cinematografica; *f*, film; *m*, maschera limitatrice; *C*, condensatore ottico; *D*, disco esploratore; $C_f$, cellula fotoelettrica.

Costruttivamente, un complesso trasmettitore per film non differisce da un normale trasmettitore televisione che per l'ottica, la quale risulta in questo caso molto più semplice.

Infatti com'è visibile dalla fig. 163 si può usare una sola cellula fotoelettrica ed eccitarla direttamente. Di conseguenza la densità luminosa della sorgente può essere molto più piccola che non nei trasmettitori normali e può essere calcolata con la relazione (64) sostituendo al coefficiente $p_{rl}$, il coefficiente di dispersione del flusso nel film.

Per la stabilità del trasmettitore è inoltre necessario che un



Ricevitore tipo a schermo per visioni pubbliche costruito dalla Baird Ltd.
(Sono visibili il commutatore ed i collegamenti che vanno allo schermo).

opportuno collegamento meccanico fra macchina cinematografica e disco esploratore mantenga i due complessi a eguale velocità.

Infatti, per ogni passaggio di un quadretto del film il disco deve fare un giro ed il passaggio dei quadretti deve avvenire nel giusto istante, quando cioè l'ultimo foro del disco abbandona l'immagine ed il primo foro incomincia l'esplorazione successiva (figura 164). A questo scopo al motore che trascina la macchina cinematografica va accoppiata la ruota di sincronismo, mentre un collegamento a ruote dentate o a catena può provvedere a mantenere il disco in fase col film e alla stessa velocità.

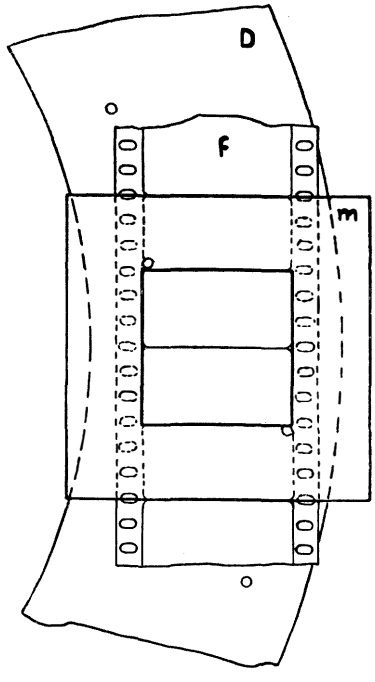


Fig. 164.

Per quel che riguarda poi il ricevitore per film esso può essere evidentemente un ricevitore qualunque, sia del tipo a disco che a specchi rotanti o a raggio catodico.

Tutti e tre i tipi possono venir evidentemente studiati quali ricevitori domestici mentre quali ricevitori adatti per visioni pubbliche, solo i due ultimi tipi consentono la realizzazione di una soddisfacente grandezza e luminosità dell'immagine.

Un terzo tipo di ricevitore per visioni pubbliche è il ricevitore cosidetto a schermo e già esperimentato in America ed in Inghilterra. Il principio di funzionamento di questo ricevitore è simile a quello sfruttato negli apparecchi a disco, con la differenza che nel tipo a disco, quest'ultimo serve a rilevare sulla placca della lampada a luminescenza i rispettivi punti luminosi, mentre nel ricevitore a schermo, tutti i punti luminosi che compongono l'immagine sono fissi, e vengono successivamente indotti ad illuminarsi di luce propria dal segnale televisione il quale viene all'uopo smistato, punto per punto, da apposito commutatore. In altre parole quindi

nel ricevitore si realizza in parte la cosidetta « esplorazione a velocità variabile ».

La fig. 165 illustra le parti componenti questo ricevitore dove $S$ è uno schermo formato appunto da tante lampadine quante sono le aree elementari dell'immagine, $C$ è un commutatore a segmenti il quale a mezzo della spazzola rotante $s$ smista il segnale che deve così accendere successivamente le singole lampadine; infine $M$ è il solito motore che, in questo caso, fa ruotare la spazzola $s$, ed $R_s$ la solita ruota di sincronismo.

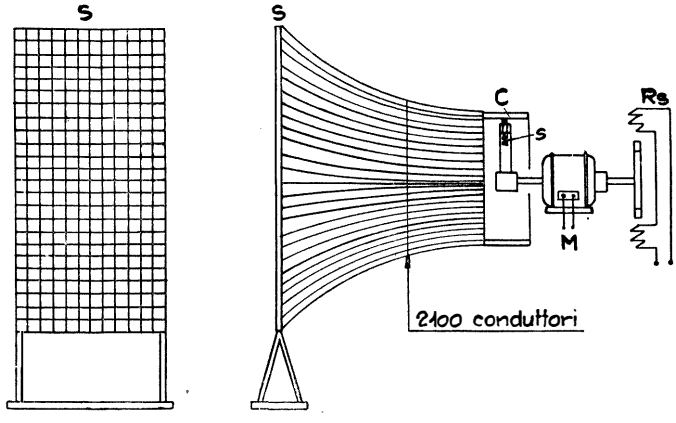



Fig. 165.

Il funzionamento risulta evidente dallo schema elettrico di fig. 166 nel quale per maggiore chiarezza si è considerato uno schermo formato da sole 16 lampadine. Il senso di esplorazione è identico a quello del disco e quindi per ogni giro del commutatore si ha una esplorazione intera dell'immagine.

È importante rilevare che le lampade dello schermo possono essere delle comuni lampade a filamento poichè data la presenza del commutatore è facile dimensionare il segmento tenendo conto dell'inerzia della lampada stessa.

Recenti esperimenti pubblici eseguiti dalla compagnia Baird in Inghilterra confermano appunto la possibilità dell'uso di lampade a filamento. In America invece si sono costruite delle apposite lampade al neon provviste di numerose placche ognuna delle quali costituiva un'area elementare.

Quanto riguarda i risultati ottenuti (fig. 167) essi hanno raggiunto le previsioni ma nel contempo si sono però manifestati degli inconvenienti che teoricamente non furono previsti e che permettono di affermare che neanche il ricevitore a schermo ha segnato un progresso nel campo dei ricevitori per visioni pubbliche.

Infatti fin dalle prime esperienze si era osservata la completa mancanza delle mezzetinte le quali invece sono ben visibili nei ricevitori con l'esplorazione a velocità costante.

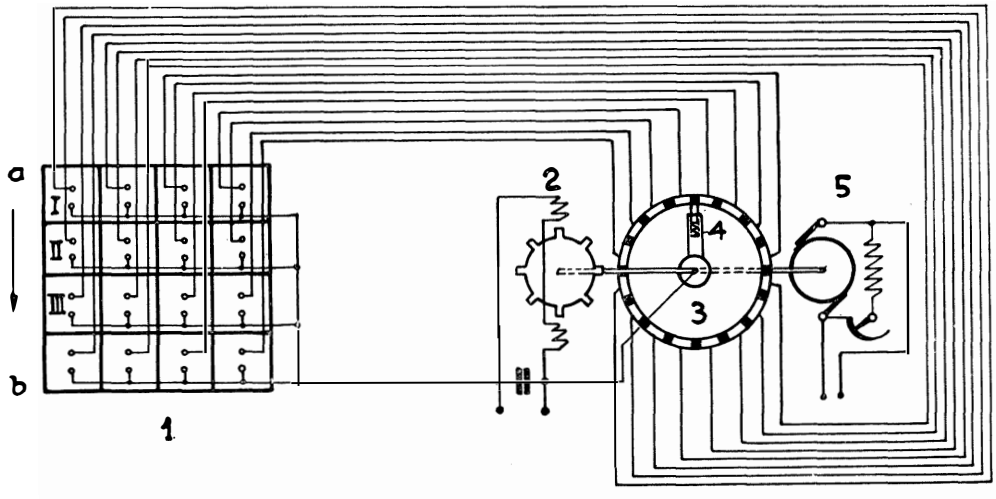



Fig. 166.
Ricevitore a schermo.

1, schermo; 2, ruota di sincronismo; 3, commutatore a segmenti; 4, spazzola rotante; 5, motore; I. II. III. ecc. lampadine a filamento.

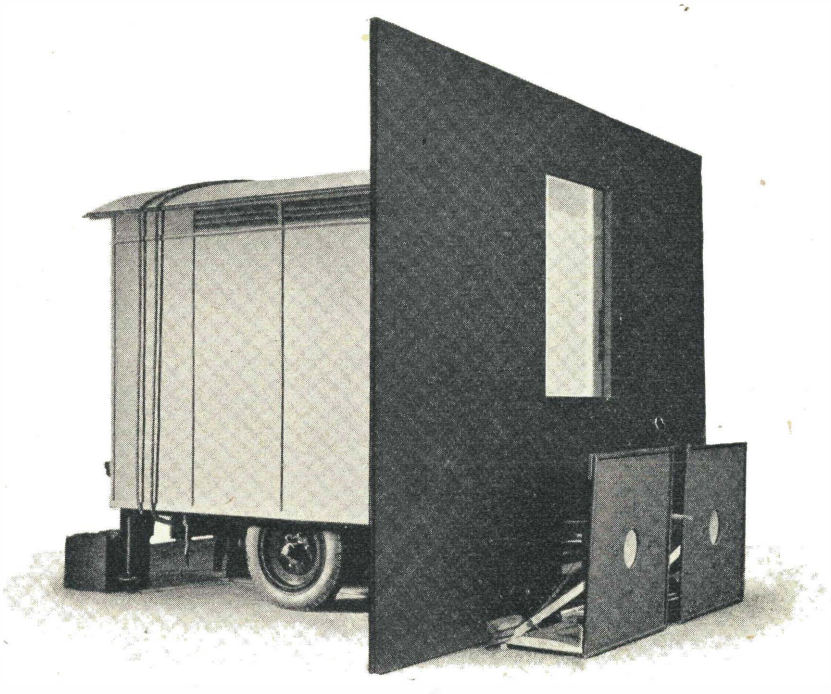
Affinchè al lettore risulti chiara questa imperfezione dell'immagine, sarà bene esaminare per un momento la sostanziale differenza fra ricevitori a schermo e ricevitori a disco.

Allo scopo (fig. 168) sia $A$ l'immagine ricevuta con un ricevitore a disco, $B$ l'immagine ricevuta con un ricevitore a schermo e $x^2$ la rispettiva area elementare di ambedue le immagini.

In tutti e due i ricevitori il senso di esplorazione è il medesimo, cioè da $a$ verso $b$ ecc., ecc., ma il genere del movimento è invece differente. Infatti nel ricevitore a disco la manifestazione dell'area elementare è a velocità uniforme e quindi per ogni istante, per quanto

piccolo, si ha sempre una luminosità continua dell'area elementare; nel ricevitore a schermo invece il manifestarsi dell'area elementare avviene a scatti e la rispettiva luminosità presenta delle discontinuità ogni qualvolta si passa da un'area all'altra.

Rappresentando perciò graficamente (fig. 168) l'andamento della luminosità dei due sistemi in funzione del tempo la caratteristica



Ricevitore tipo a schermo per visioni pubbliche costruito dalla Baird Ltd.

che si ottiene, p. es., dall'istante 1 all'istante 2 rivela in maniera ben evidente il perchè della mancanza delle mezzetinte nei ricevitori a schermo.

Inoltre l'immagine di un ricevitore a schermo, appunto per l'assenza delle mezzetinte, diventa discretamente visibile qualora l'osservatore disti almeno cinque metri dallo schermo stesso. A distanze minori l'immagine diventa confusa ed indispone l'occhio a causa dei spiccati contrasti fra i chiari oscuri.

§ 61. Televisione a colori. — Si è finora considerata la luce che generalmente colpisce la cellula fotoelettrica, come una luce monocromatica. Praticamente però e specialmente quando la cellula viene eccitata per riflesso essa è invece policromatica inquan-

Fig. 167.
Ricevitore tipo a schermo per visioni pubbliche costruito dalla Baird Ltd.
(Come apparisce l'immagine sullo schermo).

tochè il soggetto che si esplora oltre a riflettere la luce secondo tonalità diverse, la riflette anche secondo colori diversi.

Naturalmente nei trasmettitori ordinari l'effetto di una luce cromaticamente variabile, non può essere rilevata dalla cellula se non si ricorre a dei speciali accorgimenti. Infatti, analizzando il problema, risulta evidente la necessità di isolare i colori che si desi-

derano rilevare e di eseguire quindi un'esplorazione intera del soggetto per ciascun colore in modo che nella cellula non si abbiano delle sovrapposizioni di correnti fotoelettriche.

Si deve al Baird una delle più pratiche soluzioni del problema già esperimentata sin dall'inizio dell'anno scorso con ottimi risultati.

Il Baird infatti, isola tre dei colori fondamentali e cioè il rosso, il verde, ed il bleu, usando un disco esploratore provvisto di tre spirali (fig. 169) ognuna delle quali possiede un filtro luce rispettiva-

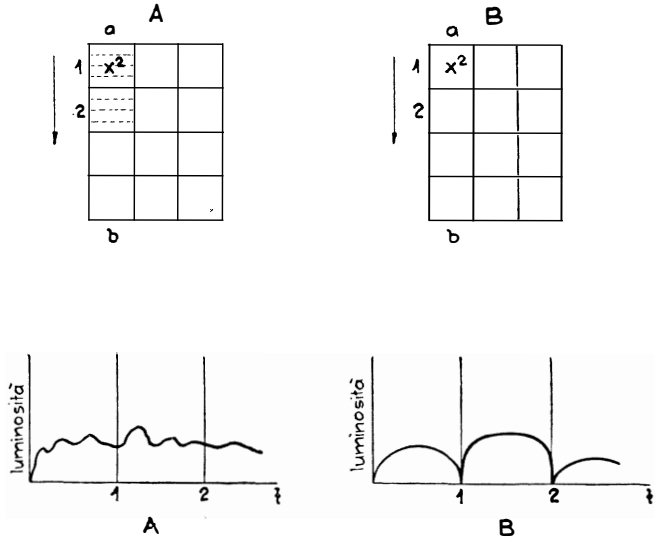



Fig. 168.

mente per i colori rosso, verde e bleu. Un simile disco per conseguenza, girando, crea tre raggi esploratori che esplorano successivamente il soggetto secondo questi tre colori.

Per ogni giro del disco si hanno, in questo caso, tre esplorazioni intere e cioè una per il colore rosso una per il colore verde ed una per il colore bleu.

Una batteria composta di almeno tre cellule fotoelettriche costruite con catodi speciali, in modo che la loro sensibilità risulti massima rispettivamente per i colori rosso, verde e bleu, è posta di fronte al soggetto. Le cellule sono collegate in parallelo ed eccitano un unico preamplificatore.

Evidentemente il raggio esploratore, p. es., di luce rossa, colpendo le parti rosse del soggetto, origina il massimo riflesso eccitando nella cellula fotoelettrica sensibile al rosso una corrente fotoelettrica la quale sarà perciò esclusivamente dovuta alle parti più o meno rosse del soggetto.

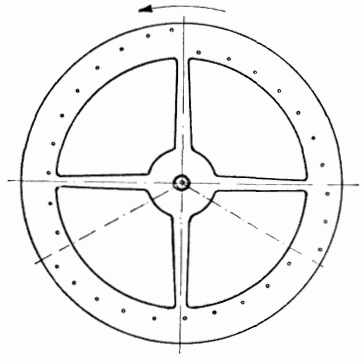


Fig. 169.
Disco esploratore a tre spirali per trasmissione o ricomposizione di immagini tricromatiche.

Cosa analoga succede per i raggi esploratori verdi e bleu i quali a loro volta daranno luogo a correnti fotoelettriche dovute esclusivamente ai rispettivi colori verde e bleu del soggetto.

L'andamento della corrente fotoelettrica per ciascun giro del disco risulterà simile a quella del diagramma di fig. 170 in cui per maggiore chiarezza si è considerata un'immagine quadrata composta da sole 81 aree elementari. In tutto al resto il trasmettitore per televisione a colori è identico al trasmettitore normale.

Il ricevitore consta invece di un disco simile al disco trasmettitore, dietro al quale disco oltrechè al normale relais luminoso

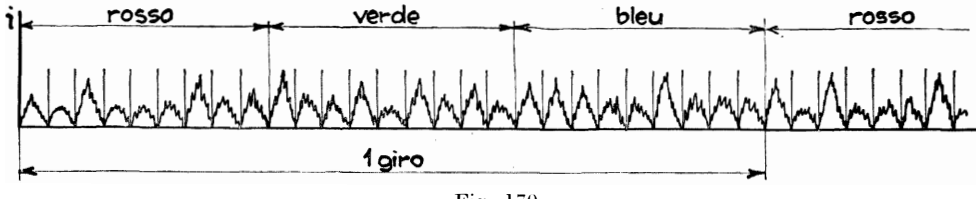



Fig. 170.

monocromatico (lampada al neon) caratteristico per la sua luce rossa, trova ancora posto una lampada a luminescenza speciale riempita di gas elio e di vapore di mercurio.

A quest'ultima lampada è riservato il compito di produrre contemporaneamente i due colori verde e bleu. Un apposito commutatore, calettato rigido con l'asse del disco, provvede a smistare il segnale in arrivo in modo che per due terzi di giro la corrente

alimenti la lampada bleu-verde e per l'altro terzo la lampada rossa.

In questo modo, e con l'aiuto dei filtri luce la corrente fotoelettrica generata, p. es., dal riflesso della luce verde, arrivando alla lampada del ricevitore si trasforma in variazioni luminose di colori verde bleu. La presenza però del filtro verde sulla rispettiva spirale del disco lascierà passare solamente la luce verde ed intercetterà la bleu. Viceversa, quando passerà la spirale provvista di filtro bleu, lascierà passare solamente la luce bleu ed intercetterà il verde. Per la luce rossa, poi, come si è già detto, apposito commutatore smista il segnale sulla lampada rossa in corrispondenza della spirale rossa.

Va notato però che agli effetti della persistenza delle immagini retinee e dovendo fare il disco tre esplorazioni intere per ogni giro è necessario che la manifestazione di tutti e tre i colori avvenga in almeno 1/12 di secondo. L'esplorazione intera di ciascun colore non dovrebbe durare perciò più di 1/36 di secondo.

La fig. 171 illustra lo schema del ricevitore tricromatico realizzato dal Baird.

Per quanto concerne i risultati, questi sono abbastanza soddisfacenti, almeno dal lato cromatico, inquantochè i colori si manifestano vivi e brillanti. Dal lato ricchezza di dettagli invece (ammettendo in questi televisori le normali 2000 aree elementari) l'immagine risulta molto povera causa la riduzione ad un terzo delle aree elementari, dovuta alla presenza di tre spirali anzichè di una sola.

§ 62. Televisione stereoscopica. — Il Baird ha spinto le sue ricerche anche nella televisione stereoscopica. Il principio utilizzato è identico a quello che si usa nei comuni stereoscopi con i quali mediante apposite immagini sdoppiate (immagini stereoscopiche) è possibile vedere l'immagine in rilievo.

L'apparecchio trasmettitore, deve essere perciò tale da impressionare la cellula fotoelettrica secondo due immagini successive del soggetto, per effetto di due sorgenti luminose che convergono alternativamente la loro luce sul soggetto stesso. Allo scopo è necessario usare un disco esploratore provvisto di due spirali ognuna delle quali esplora a sua volta la rispettiva area utile della maschera limitatrice *m* (fig. 172).

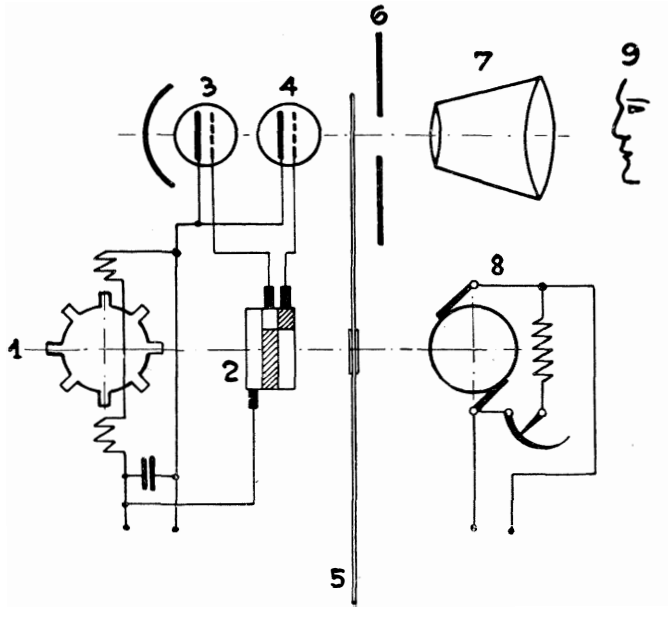



Fig. 171.
Ricevitore per televisione a colori (tricromia).

1, ruota di sincronismo; 2, commutatore; 3, lampada al neon (inserita per ogni terzo di giro del disco), 4, lampada a vapore di mercurio e gas elio (inserita per ogni due terzi di giro del disco); 5, disco a 3 spirali provviste di filtri luce; 6, maschera limitatrice; 7, magnificatore ottico; 8, motore; 9, osservatore.

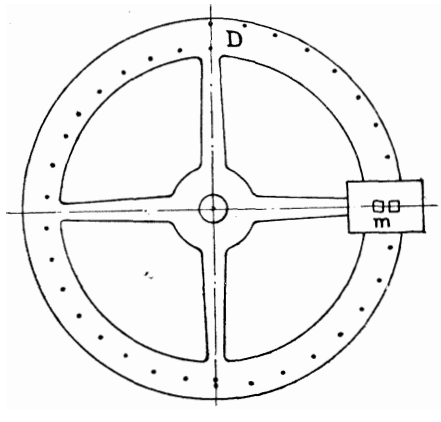
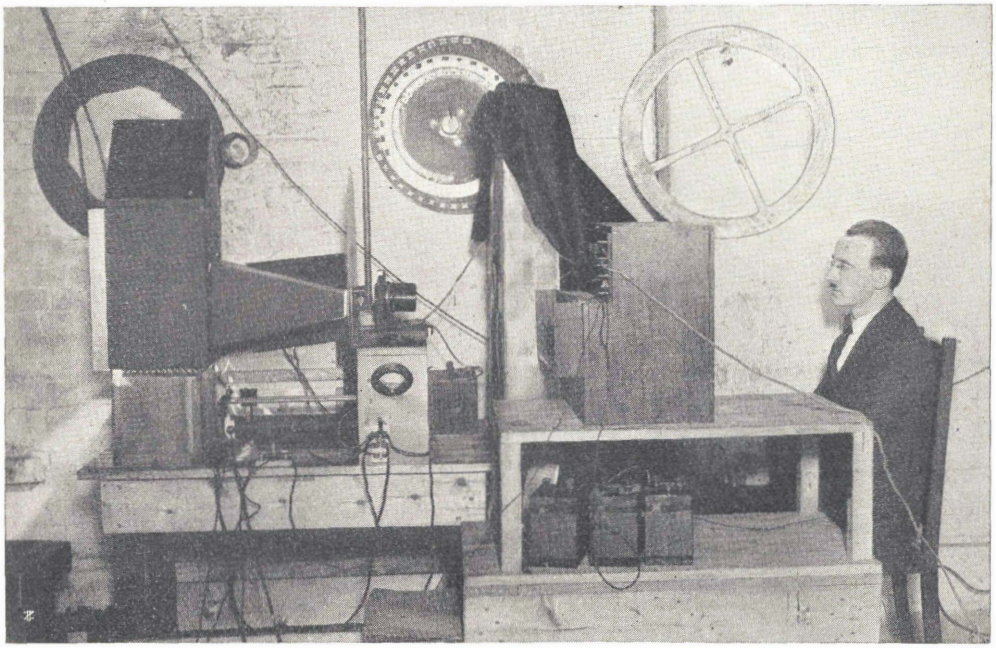



Fig. 172.
Disco esploratore a due spirali per trasmissione o ricomposizione di immagini in rilievo.

Il complesso trasmettitore è schematicamente rappresentato nella fig. 173, in cui $L$ sono due sorgenti luminose che convergono la loro luce sul disco in modo da coprire i due fori della maschera limitatrice $m$, esplorati alternativamente dalla rispettiva spirale.

Due obiettivi $O$ proiettano le due aree a manifestazione istantanea apparente della maschera $m$, sul soggetto, in modo che le



Trasmissione sperimentale di televisione stereoscopica. (Labor. della Baird Ltd).

aree stesse si sovrappongono esattamente. Il soggetto verrà in questo modo esplorato due volte per ogni giro del disco.

La corrente fotoelettrica, eccitata nella cellula assumerà quindi un'andamento il quale sarà simmetrico per ogni due mezzi giri successivi e simile a quello del diagramma di fig. 174.

Il ricevitore è composto di un disco eguale a quello del complesso trasmettitore, di uno o due relais luminosi e di un comune stereoscopio adatto ad osservare l'immagine in rilievo.

Il funzionamento del ricevitore è simile a quello del trasmettitore, eccettuato che invece di due relais luminosi è possibile usarne

uno solo purchè quest'ultimo sia di dimensioni tali da illuminare completamente tutta la corona del disco sulla quale appaiono le due immagini.

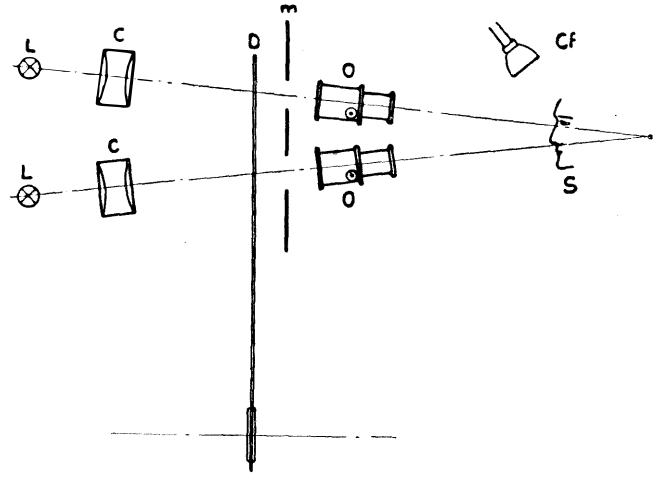



Fig. 173.
Trasmettitore per televisione stereoscopica.

*L*, sorgente luminosa; *C*, condensatore ottico; *D*, disco esploratore; *m*, maschera limitatrice; *O*, obiettivo; *Cf*, cellula fotoelettrica; *S*, soggetto da trasmettere.

Usando invece due relais luminosi separati (uno per immagine) è necessario che il segnale sia smistato ogni mezzo giro, da una lam-

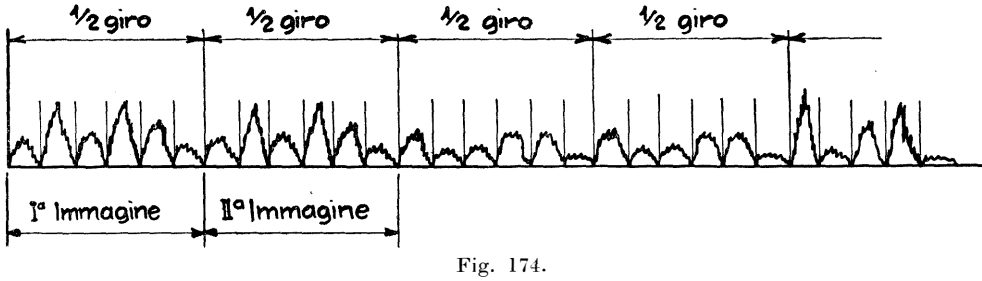



Fig. 174.

pada all'altra, mediante apposito commutatore. Le figg. 175 *a* e 175 *b* illustrano schematicamente ambedue i tipi di ricevitori, cioè con e senza commutatore.

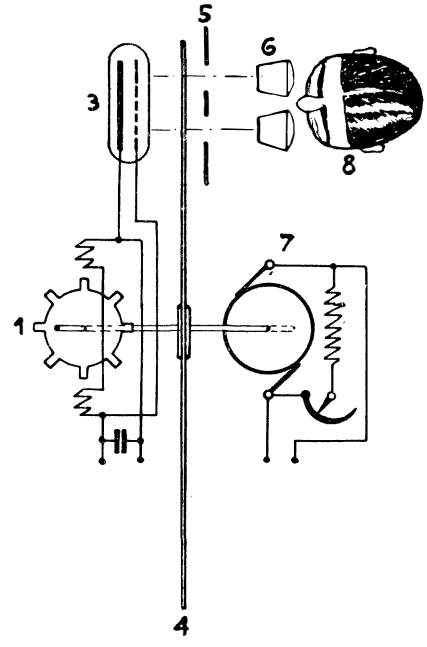



Fig. 175-*a*.

Ricevitore per televisione stereoscopica (senza commutatore).

1, ruota di sincronismo; 3, relais luminoso; 4, disco esploratore a doppia spirale; 5, maschera limitatrice; 6, stereoscopio; 7, motore; 8, osservatore.

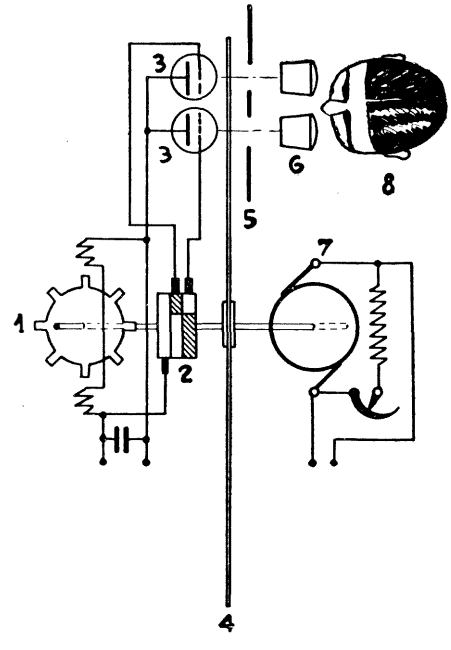



Fig. 175-*b*.

Ricevitore per televisione stereoscopica (con commutatore).

1, ruota di sincronismo; 2, commutatore; 3, relais luminosi; 4, disco esploratore a doppia spirale; 5, maschera limitatrice; 6, stereoscopio; 7, motore; 8, osservatore.

§ 63. FONOVISIONE. — Un'altra applicazione del televisore, forse più curiosa che pratica, immaginata e realizzata dal Baird è la fonovisione. Effettivamente quest'ultima denominazione non è la più adatta inquantochè l'applicazione stessa nulla ha da vedere con la forma, ma ricorda però facilmente un apparecchio nel quale si usino i dischi fonografici.

Infatti, il Baird, amplificando debitamente la corrente fotoelettrica eccitata per effetto dell'esplorazione di un soggetto qualunque, incide elettricamente un disco fonografico. Lo stesso disco poi, fatto girare alla giusta velocità, può ridare mediante un pick-up con ampiezza naturalmente diminuita, la stessa corrente che l'aveva prima inciso. Disponendo perciò di un televisore ricevente, sullo stesso tipo di quello che servì a incidere il disco, è possibile vedere l'immagine, per così dire, impressa sul disco stesso.

Il sincronismo fra disco e apparecchio è facile ad ottenersi mediante un semplice collegamento meccanico fra motorino del disco fonografico e disco esploratore.

Le figg. 176 e 177 illustrano rispettivamente l'apparecchio incisore e l'apparecchio riproduttore.

§ 64. NOCTOVISIONE. — Molto più interessante e certamente suscettibile di ulteriori perfezionamenti, data la sua possibile applicazione in tutti quei casi dove la nebbia è il più grave ostacolo, è la noctovisione.

Il noctovisore infatti, studiato ed esperimentato dal Baird, è un apparecchio con il quale è possibile vedere dei punti luminosi anche se questi sono intercettati dalla nebbia ed invisibili sia ad occhio nudo che con l'aiuto di binoccoli.

Allo scopo il Baird ha pensato di utilizzare i raggi infrarossi i quali, com'è noto, sono invisibli e non sono ostacolati dalla nebbia [1].

Esplorando perciò una sorgente luminosa immersa nella nebbia, solamente i raggi infrarossi raggiungono la cellula fotoelettrica e se questa è sensibile a detti raggi vi originerà anche una corrente

[1] La penetrabilità nella nebbia dei raggi infrarossi è oggi molto discussa e sembra anzi che da numerose esperienze eseguite specialmente in America per risolvere il problema del volo cieco, essi siano stati abbandonati a causa della loro limitata penetrabilità nelle nebbie fini e nelle nebbie caliginose.

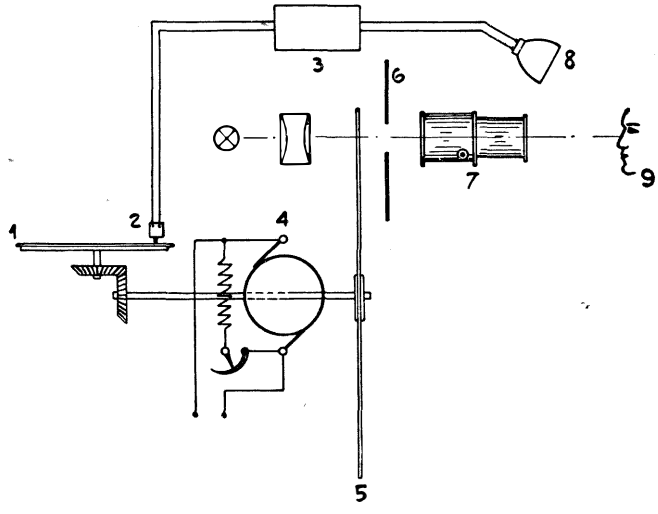



Fig. 176.

Apparecchio incisore per dischi visoriproduttori.

1, disco; 2, Pick-up; 3, amplificatore; 4, motore; 5, disco esploratore; 6, maschera limitatrice; 7, obiettivo; 8, cellula fotoelettrica; 9, soggetto da incidere.

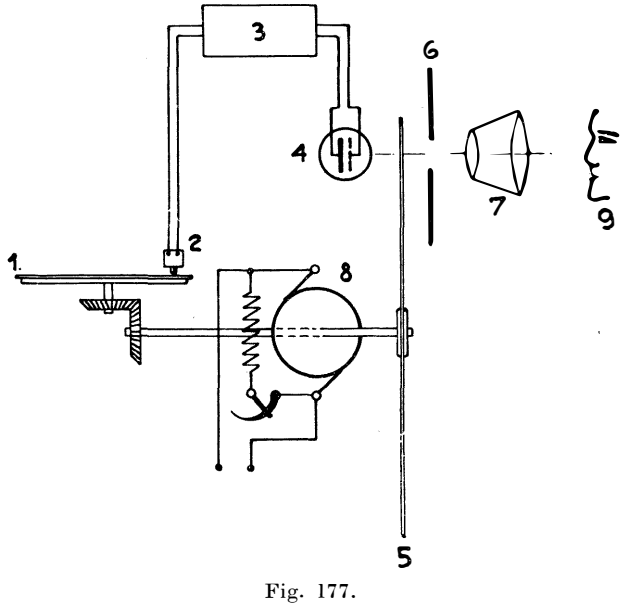



Fig. 177.

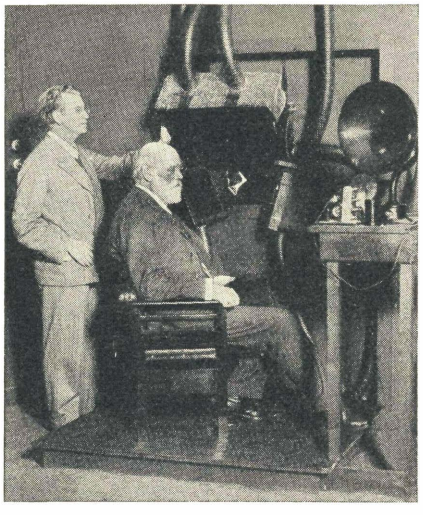
Apparecchio per la riproduzione della visione dai dischi.

1, disco visoriproduttore; 2, Pick-up; 3, amplificatore bassa frequenza; 4, relais luminoso; 5, disco esploratore; 6, maschera limitatrice; 7, magnificatore ottico; 8, motore; 9, osservatore.

fotoelettrica la quale, debitamente amplificata potrà azionare il relais luminoso, di un secondo dispositivo esploratore che rivelerà l'immagine della sorgente luminosa esplorata, rendendola, per di più, ben visibile.

Esaminando il complesso del Baird illustrato dalla fig. 178 il funzionamento risulterà ancora più evidente.

Infatti, $L$ è la sorgente luminosa mobile della quale si desidera conoscere gli spostamenti, essendo intercettata dalla nebbia. Azio-

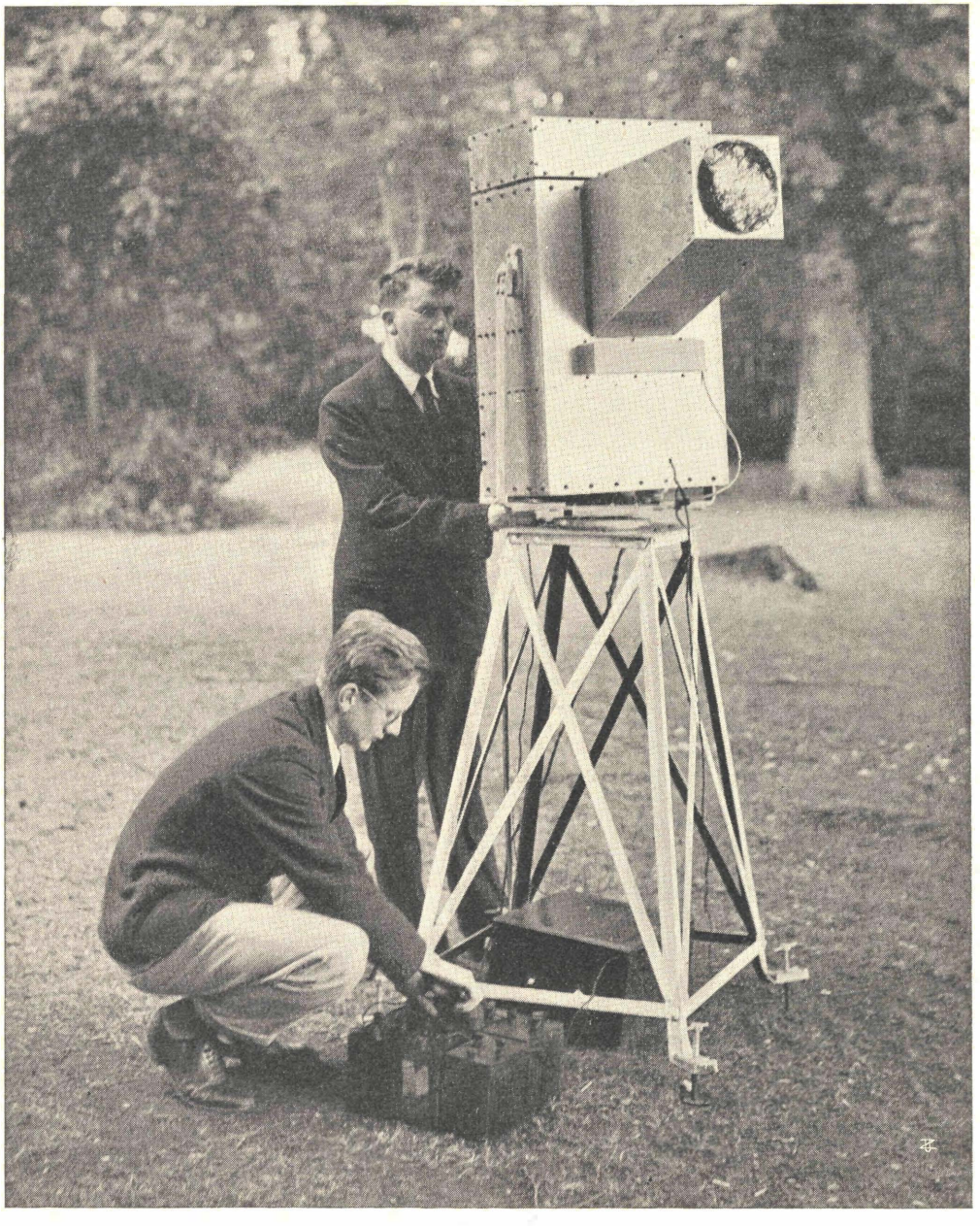


Trasmissione sperimentale con raggi infrarossi
(Laboratorio della Baird Ltd).

nando il noctovisore i raggi infrarossi raggiungono il disco esploratore $D$ e quindi la cellula fotoelettrica $C_f$ dove vengono trasformati in variazioni elettriche.

Dette variazioni, sufficientemente amplificate alimentano il relais luminoso $R_l$ posto nel solito modo dietro allo stesso disco rendendo per conseguenza visibile all'osservatore il movimento della sorgente luminosa $L$.

Con un simile apparecchio è dunque facile osservare attraverso alla nebbia il movimento di un punto luminoso qualunque (come, p. es., la posizione di un faro, quella di una nave, di un velivolo, ecc.), ed è facile prevedere le innumerevoli applicazioni che potrà avere



Esperimenti di noctovisione eseguiti dalla Baird Ltd.

in seguito nella marina e nella navigazione aerea quando sarà maggiormente perfezionato.

§ 64 *bis*. TELEVISIONE A ZONE. — Giova premettere che il sistema di televisione cosidetto « a zone » oppure « a canali di frequenza » ha carattere puramente sperimentale ed è stato realiz-

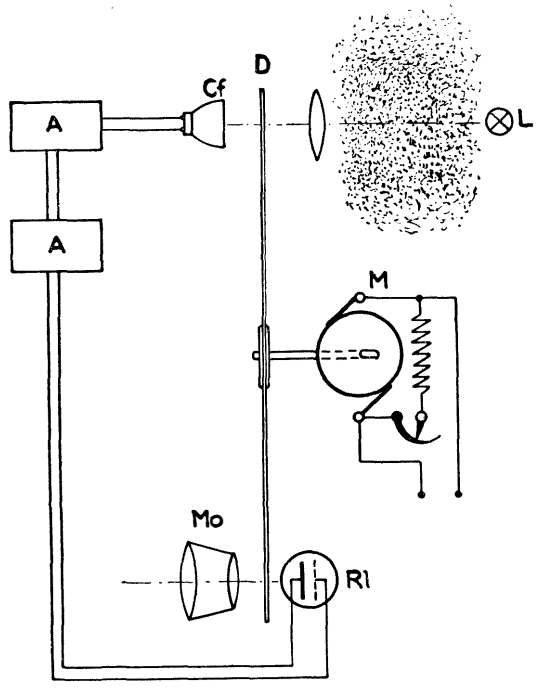



Fig. 178.

Noctovisore.

*D*, disco esploratore; *L*, sorgente luminosa intercettata dalla nebbia; *Cf*, cellula fotoelettrica sensibile ai raggi infrarossi; *A*, amplificatori; *Rl*, relais luminoso; *M*, motore; *Mo*, magnificatore ottico.

zato soltanto per poter arricchire di dati sperimentali l'attuale tecnica della televisione per trasmissioni su filo.

Sono note infatti, le difficoltà che s'incontrano per trasportare su filo delle correnti la cui frequenza superi i 10000 periodi. Desiderando quindi, a scopo sperimentale, di trasmettere dallo studio di posa alla stazione radio un'immagine p. es. di 5000 aree elemen-

tari con 20 immagini al secondo, la rispettiva frequenza modulatrice risulta $f = N_a \cdot i_s/2 = 5000 \cdot 20/2 = 50000$ periodi, cioè una frequenza troppo elevata e per la quale la linea comunque protetta, provoca all'arrivo delle notevoli distorsioni.

Si è pensato perciò di suddividere l'immagine per zone e di esplorare separatamente ciascuna zona inviando le rispettive correnti d'esplorazione su di una linea separata in modo da ottenere tante linee di collegamento quante sono le zone dell'immagine.

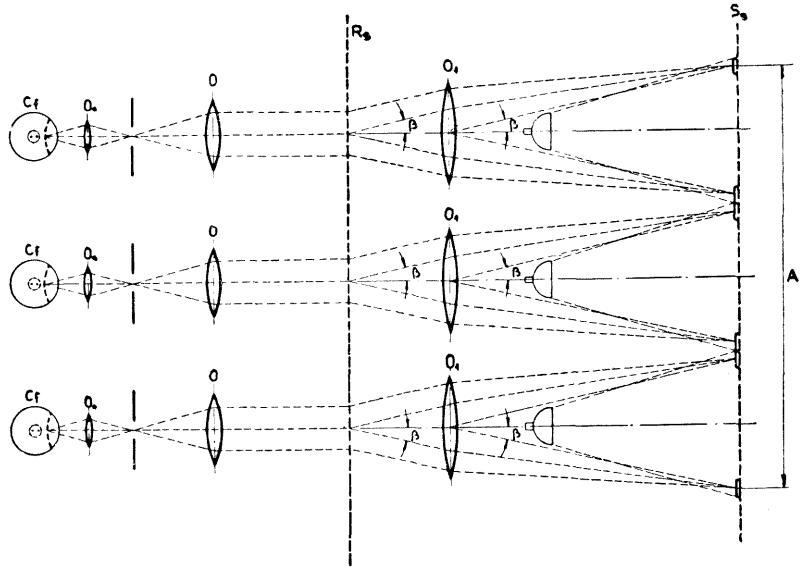



Fig. 179.
Trasmettitore a zone.

Ora tale sistema presenta praticamente due soluzioni e cioè « le correnti provocate dall'esplorazione delle singole zone possono essere in fase » oppure, tali correnti « possono invece essere sfasate fra di loro di un tempo corrispondente alla durata di esplorazione di una zona ».

Ambedue i sistemi sono facilmente realizzabili ed il dispositivo esploratore che meglio si presta a tale bisogna è la ruota a specchi utilizzata secondo il metodo ad esplorazione indiretta.

La fig. 179 illustra schematicamente un complesso trasmettitore per tre zone con le correnti in fase. Si hanno quindi tre raggi

esploratori (fig. 180) dotati di eguale velocità di esplorazione ognuno dei quali eccita una propria cellula fotoelettrica. Ciascuna cellula è collegata ad un preamplificatore-amplificatore di potenza e quindi alla rispettiva linea di collegamento.

All'arrivo funziona un ricevitore che si differenzia dal trasmettitore solo perchè al posto delle cellule ha invece sistemati i rispettivi relais luminosi ognuno dei quali, attraverso un adatto amplificatore, è allacciato alla rispettiva linea che proviene dal trasmettitore.

Per il sincronismo è necessaria una linea separata che alimenti sia la ruota sincrona del trasmettitore che quella del ricevitore (sistema indipendente); a sua volta la linea è alimentata da un oscillatore a diapason di potenza sufficiente per poter alimentare le due ruote e soddisfare le perdite dovute alla linea stessa.

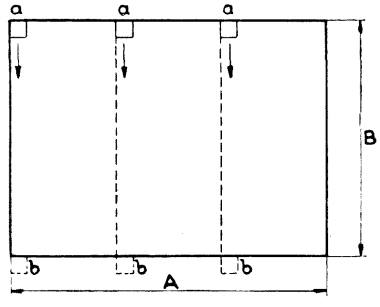


Fig. 180.

Con il sistema di televisione a zone si possono ottenere ottimi risultati anche usando, quali linee di collegamento, dei comuni cavi telefonici purchè non si sorpassi i 10000 periodi e la lunghezza di 5 Km per coppia.

Desiderando poi calcolare i dati ottico-meccanici di un complesso trasmettente-ricevente a zone, è ovvio che valgono le stesse relazioni già discusse per i trasmettitori e ricevitori a specchi rotanti qualora l'apparecchiatura appartenente ad ogni singola zona, venga considerata come un complesso staccato e quindi funzionante come un'apparecchio normale ad un solo raggio esploratore destinato ad esplorare $N_a/n_e$ aree elementari dell'immagine ($N_a$ = numero aree elementari totali; $n_e$ = numero dei raggi esploratori o numero delle zone).

Per quanto concerne l'utilità di tale sistema, come si è detto, esso ha soltanto valore sperimentale ed è stato realizzato sia per studiare le caratteristiche di immagini televisive con elevato numero di aree elementari, che per osservare il comportamento delle protezioni su linee di collegamento attraversate da correnti a fre-

quenze superiori ai 10000 per., ed inoltre per lo studio dei cosidetti » « preamplificatori egualizzati » i quali servono com'è noto ad amplificare uniformemente frequenze fra i 1000 e i 100000 periodi.

§ 65. TELEVISIONE CON ESPLORAZIONE A VELOCITÀ VARIABILE. — Questo sistema di televisione, enunciato dallo Jenkins tre anni or sono e realizzato soltanto pochi mesi fa da R. Thun, ha portato alla radiovisione dei perfezionamenti veramente notevoli.

Ricordando quanto si è detto nella introduzione alla seconda edizione in merito alle possibilità di perfezionamento della ricezione e cioè:

*a*) perfezionare il sistema di sincronismo;

*b*) aumentare la luminosità dell'immagine;

*c*) aumentare le dimensioni dell'immagine;

*d*) aumentare la rispettiva ricchezza di dettagli;

per ciascuna di esse il sistema ad esplorazione variabile, rispetto al sistema ad esplorazione costante, presenta rilevanti vantaggi.

Infatti premettendo che l'esplorazione variabile è realizzabile soltanto a mezzo di dispositivi esploratori praticamente privi d'inerzia (oscillografo a specchio, tubo a raggio catodico), si possono ottenere notevoli aumenti sia della luminosità che della grandezza dell'immagine poichè la densità luminosa dell'area elementare fissa può raggiungere le 600 CH/cm² ed essere nel contempo modulata quasi al 100% grazie al principio del sistema stesso e spendendo allo scopo energie trascurabili.

Anche per il sistema di sincronismo si è fatto un notevole passo avanti perchè, come si vedrà fra poco, detto sincronismo oltre a risultare completamente automatico risulta pure di una notevole semplicità.

Infine anche l'aumento di dettagli risulta soddisfacente pur considerando delle trasmissioni a 9000 per., poichè dalla relazione 21′ (assumendo il coefficiente d'esplorazione $k_e = 0{,}15$) si ricava $N_a = 2f/i_s \cdot k_e = 2.9000/12{,}5 \cdot 0{,}15 = \sim 10000$ aree elementari, cioè delle immagini molto più ricche di dettagli (v. fig. 3 *b*) di quelle che si ricevono attualmente (v. fig. 2).

Però, come si è già accennato al paragrafo 10, fin dalle prime esperienze il complesso trasmettitore ad esplorazione variabile, pur

rivelando i suesposti vantaggi per il ricevitore, si dimostrò di difficile messa a punto e molto instabile nel suo funzionamento. Inoltre, l'apparecchiatura necessaria risultava complessa, costosa e di costruzione particolarissima.

Secondo notizie molto recenti sembra che gran parte di tali svantaggi siano stati eliminati e si sia giunti ad un tipo di trasmettitore assai semplice. Naturalmente di tali perfezionamenti i laboratori ne fanno per ora assoluto tesoro.

Comunque si crede utile accennare come dovrebbe funzionare un complesso trasmettitore-ricevitore ad esplorazione variabile che utilizzi il dispositivo esploratore a raggio catodico.

Pertanto, a chiarire le idee sulla differenza fra metodo ad esplorazione costante e metodo ad esplorazione variabile necessita introdurre il concetto di quantità di luce. Chiamando quindi con $\varphi$ il flusso luminoso del raggio esploratore, la quantità di flusso $q$ che si deposita sull'immagine durante il tempo $t$ risulta evidentemente

$$q = \varphi \cdot t, \quad \text{da cui} \quad \varphi = q/t \tag{66}$$

Ponendo generalmente $\varphi = k_t \cdot q/t$ (dove $k_t$ è il coefficiente di perdita luminosa totale) considerando un qualunque dispositivo esploratore a velocità costante si ha, evidentemente, $t$ costante, $k_t$ costante e quindi risultando pure $\varphi$ costante, per eccitare la cellula fotoelettrica secondo i dettagli del soggetto esplorato, si ricorre, com'è noto, alla modulazione di $\varphi$ per effetto della riflessione (trasmettitori di visioni reali) o dell'assorbimento (trasmettitori di films).

Considerando invece un qualunque dispositivo esploratore a velocità variabile si ha (v. paragrafo 10), $q$ costante, $k_t$ costante, $t$ variabile proporzionalmente alla chiarezza dei dettagli del soggetto esplorato e quindi, ponendo $k_t \cdot q = c$ (costante) si ha

$$\varphi = c/t \tag{66'}$$

Ora, supposto di utilizzare per l'esplorazione variabile, un tubo di Braun, il problema dell'esplorazione stessa consiste nel far percorrere al raggio catodico il noto senso di esplorazione in modo che la velocità di spostamento del raggio sia proporzionale alla lumino-

sità delle singole aree elementari dell'immagine. Evidentemente, i tempi-riga risultano fra loro diversi e quindi non esiste in questo sistema di esplorazione la frequenza di base.

Di conseguenza la tensione di pilotaggio delle righe dovrà assumere un andamento a gradini in modo che la durata di ciascun gradino corrisponda al rispettivo tempo-riga.

Per quanto concerne la tensione di pilotaggio dell'area elementare, si tratta evidentemente di applicare alle rispettive placche del tubo una tensione ($e$) che sia proporzionale alla luminosità delle singole aree elementari dell'immagine. È noto infatti che la velocità di spostamento del raggio catodico è proporzionale alla tensione che si applica alle placche, quindi è sufficiente che la tensione $e$ sia proporzionale alle luminosità elementari affinchè il raggio assuma una velocità di spostamento pure proporzionale a dette luminosità.

Si presentano però due casi è cioè la tensione $e$ può essere direttamente proporzionale oppure inversalmente proporzionale alla luminosità.

Nel primo caso, la velocità del movimento del raggio catodico aumenta coll'aumentare della luminosità e quindi, nella ricostruzione dell'immagine, il raggio lascierà una debole impressione luminosa in corrispondenza a quella parte dell'originale che ha invece una forte luminosità e perciò si otterrà nel ricevitore l'immagine negativa dell'originale. Nel secondo caso invece la velocità del movimento del raggio catodico diminuisce coll'aumentare della luminosità, quindi nella ricostruzione dell'immagine il raggio lascierà una forte impressione luminosa in quella parte corrispondente dell'originale che si esplora e che ha pure una forte luminosità. Si otterrà perciò nel ricevitore l'immagine positiva dell'originale.

Ne risulta che per trasmettitori di visioni reali è indispensabile che l'esplorazione produca una tensione di pilotaggio ($e$) inversalmente proporzionale alla luminosità delle singole aree elementari onde avere nei ricevitori le immagini positive. Per trasmettitori di films invece, a seconda che il film stesso sia positivo o negativo, si provocherà la proporzionalità diretta od indiretta in modo che l'immagine nel ricevitore risulti sempre positiva.

Ciò premesso risulta più facile comprendere il funzionamento di un complesso trasmettitore-ricevitore ad esplorazione variabile utilizzante il tubo a raggio catodico. Per maggior chiarezza si sup-

ponga che il trasmettitore sia del tipo per film e che sia costituito quindi (fig. 181) da un tubo di Braun ($T_{b1}$), un obiettivo (0), una macchina cinematografica ($M$), una cellula fotoelettrica ($C_f$) e un doppio generatore di oscillazioni rovesciate (triodi $V_1$ e $V_2$).

Tali parti sieno disposte e collegate in modo che l'obiettivo proietti la macchia catodica del tubo su di un punto del film dietro al quale è sistemata la cellula che raccoglierà perciò un flusso luminoso proporzionale alla trasparenza del film in quel determinato punto. Detta cellula alimenti un primo triodo ($V_1$) generatore di oscillazioni rovesciate le quali risulteranno comunicate sia alle placche ($P_1$) di pilotaggio dell'area elementare che alla griglia (attraverso un'induttanza e resistenza egualizzatrici) di un secondo triodo ($V_2$) generatore di oscillazioni rovesciate (identico al primo) e a loro volta comunicate alle placche ($P_2$) di pilotaggio delle righe.

Premettendo che le placche di pilotaggio dell'area esploratrice siano normali al senso di movimento del film, il complesso trasmettitore funziona nel seguente modo.

Il flusso luminoso proprio alla macchia catodica raggiunge il film in un dato punto dove subisce una diminuzione proporzionale alla trasparenza del film in quel dato punto e così ridotto raggiunge la cellula eccitandovi una determinata corrente fotoelettrica. Quest'ultima, attraversando la resistenza utilizzatrice della cellula, si trasforma immediatamente in variazione di tensione e provoca nel circuito anodico del primo triodo ($V_1$) una corrente che carica il rispettivo condensatore ($C_1$).

Ora, se la macchia catodica colpisce un punto molto trasparente del film, la corrente anodica del triodo sarà grande ed il condensatore verrà fortemente caricato. Se invece la macchia catodica colpisce un punto poco trasparente la corrente anodica sarà piccola ed il condensatore verrà debolmente caricato.

Supposto che il punto iniziale del film sia molto trasparente (si avrà cioè una forte carica), poichè il condensatore è collegato in parallelo con le placche di pilotaggio dell'area alementare, per effetto della carica elevata il raggio catodico verrà spostato velocemente per un tempo $t$ corrispondente alla durata della carica, cioè per il tempo durante il quale la macchia catodica esplora nel suo percorso la stessa trasparenza iniziale.

Se invece incontra una trasparenza minore della precedente,

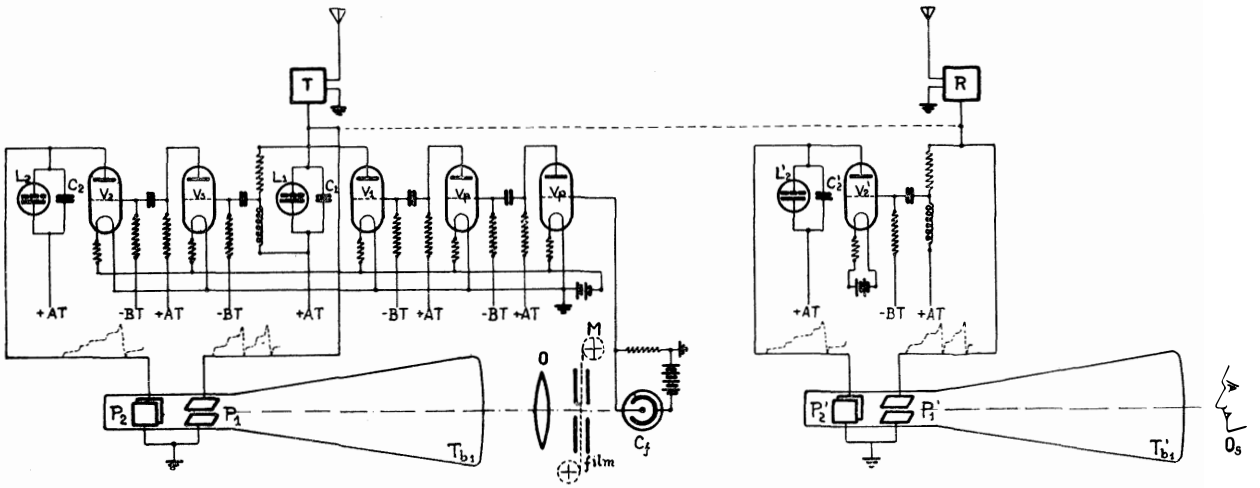



Fig. 181.

Complesso trasmettitore-ricevitore con esplorazione a velocità variabile.

$T_{b1}$, tubo trasmettitore; $O$, obiettivo; $M$, macchina cinematografica; $C_f$, cellula fotoelettrica; $V_p$, triodo preamplificatore; $V_1$, triodo generatore di oscillazioni rovesciate per il pilotaggio dell'area esploratrice; $V_s$, triodo separatore; $V_2$, triodo generatore di oscillazioni rovesciate per il pilotaggio delle righe; $T$, trasmettitore radio; $T_{b1}'$, tubo ricevitore; $V_2'$, triodo generatore di oscillazioni rovesciate per il pilotaggio delle righe; $O_s$, osservatore; $R$, ricevitore radio.

per effetto della carica meno elevata il raggio catodico verrà spostato meno velocemente per un tempo $t'$ corrispondente alla durata della carica, cioè per il tempo durante il quale la macchia catodica esplora nel suo percorso la stessa trasparenza suddetta.

Ne deriva che comunque varii la trasparenza del film essa farà assumere al raggio catodico una velocità che è direttamente proporzionale alla trasparenza delle singole aree elementari di una riga del film.

Allorchè la macchia catodica arriva a fine-riga, se fra quadretto e quadretto del film esiste una striscia trasparente, il flusso aumenterà notevolmente provocando l'accensione della lampada a luminescenza ($L_1$) e quindi l'immediata scarica del condensatore ($C_1$) l'effetto della quale è di rimettere il primo triodo nella condizione iniziale cioè pronto per iniziare l'esplorazione di una riga successiva dell'immagine.

Però, contemporaneamente alla scarica di detto condensatore l'impulso che la provoca è tale da eccitare (attraverso la citata induttanza-resistenza che impedisce il passaggio delle cariche precedenti) il secondo triodo ($V_2$) e caricare il rispettivo condensatore ($C_2$) il quale trasmette immediatamente la carica alle placche di pilotaggio delle righe e l'effetto che ne consegue è lo spostamento della macchia catodica di una riga.

Cosa analoga succede in quest'ultimo triodo anche per le righe successive fino a che giunta la macchia catodica alla fine dell'ultima riga, la carica accumulatasi per le righe precedenti è tale da provocare con quest'ultimo impulso l'accensione della rispettiva lampada a luminescenza e quindi l'immediata scarica del condensatore con l'effetto di rimettere il secondo triodo nella condizione iniziale cioè pronto per iniziare la successiva esplorazione intera dell'immagine.

Si consideri ora il funzionamento dell'apparecchio ricevitore che sia composto da un tubo di Braun ($T_{b1}'$) eguale a quello trasmettente, di un circuito egualizzatore e di un triodo generatore di oscillazioni rovesciate ($V_2$).

Ciò premesso, se si comunica (per filo o per via radio) sia alle placche ($P_1'$) di pilotaggio dell'area esploratrice del tubo ricevente che alla griglia del suddetto triodo le variazioni di potenziale che si hanno al condensatore $C_1$ del triodo $V_1$ del trasmettitore, il tubo

ricevente si comporterà analogamente ad un tubo che sia collegato in parallelo con quello trasmettitore e quindi sulla sua calotta si manifesterà senz'altro l'immagine del film.

Infatti, premettendo che il circuito ricevente proprio al triodo generatore di oscillazioni rovesciate abbia le stesse costanti di quelle del secondo triodo ($V_3$) trasmettitore, la tensione di pilotaggio dell'area esploratrice oltre a spostare l'area stessa lungo le righe, eccita anche il triodo ($V_2'$) il quale fornirà evidentemente la tensione di riga perfettamente in fase con quella del tubo trasmettitore e realizzerà quindi un parallelo perfetto e completamente automatico.

Poichè si è già constatato che il trasmettitore sviluppa una tensione di pilotaggio dell'area esploratrice che è direttamente proporzionale alla trasparenza del film, affinchè l'immagine nel ricevitore risulti positiva il film da trasmettere dovrà essere negativo. È possibile però rendere la tensione di pilotaggio dell'area esploratrice inversalmente proporzionale alla trasparenza del film, variando il tipo di generatore delle oscillazioni rovesciate e quindi trasmettere anche films positivi.

Ora, da questa breve esposizione sul funzionamento di un complesso trasmettitore-ricevitore ad esplorazione variabile risaltano più evidenti i precitati vantaggi che tale sistema può offrire. Evidentemente anche detto sistema presenta degli inconvenienti i cui effetti però possono essere facilmente neutralizzati.

Si è infatti già accennato alla instabilità di funzionamento qualora si manifestino delle distorsioni nelle tensioni di pilotaggio, instabilità che si spiega facilmente quando si pensi che, a differenza del sistema ad esplorazione costante, le distorsioni si ripercuotono anche sulla velocità di esplorazione e quindi sulla precisione dell'immagine.

Ad esempio le distorsioni dovute alla curvatura della caratteristica dei triodi, che si manifestano per un determinato valore della tensione di pilotaggio (corrispondente alla corrente di sovraccarico del triodo), producono una specie di compressione dell'immagine nella direzione delle righe dando all'osservatore l'impressione che l'immagine si manifesti su di una superficie cilindrica.

La presenza di armoniche, invece, disgrega l'immagine come se qualche dettaglio scomparisse improvvisamente.

Il primo tipo di distorsioni si elimina facilmente evitando di

sovraccaricare i triodi e facendoli preferibilmente lavorare sui tratti rettilinei delle rispettive caratteristiche.

Per evitare invece gli effetti delle armoniche si consiglia di eseguire l'esplorazione a zig-zag, pilotando perciò l'area elementare con una tensione ad andamento simmetrico rispetto al suo massimo la quale eviterà troppo rapide variazioni di ampiezza le quali, come è noto, sono la causa della produzione di armoniche.

Sin qui dunque, il funzionamento, i vantaggi e gli svantaggi del sistema ad esplorazione variabile secondo la realizzazione ora descritta.

Evidentemente un tale dispositivo offre già notevoli vantaggi rispetto al sistema ad esplorazione costante e non si può dire perciò quali sorprese riservi domani il sistema ad esplorazione variabile quando ad esso verrà applicata l'immagine elettronica.

È certo comunque che il sistema soppianterà completamente il sistema ad esplorazione costante, tanto più che il dispositivo esploratore dell'avvenire sarà quello statico mediante il quale l'esplorazione variabile è facilmente ottenibile.

## XI.

# ESEMPI COSTRUTTIVI DI RADIOVISORI E DI RADIOFONOVISORI PER LA RICEZIONE DELLE ATTUALI TRASMISSIONI SPERIMENTALI EUROPEE DI RADIOVISIONE E DI RADIOFONOVISIONE

Benchè l'attuale servizio di televisione esercitato dalle varie trasmittenti radiofoniche abbia carattere puramente sperimentale, le statistiche relative fanno rilevare che il numero degli amatori è in continuo aumento. In America specialmente tale aumento è notevole e valga ad esempio citare che i 10000 amatori e le 7 trasmettenti che si avevano nel 1929 oggi sono diventati oltre 50000 amatori e rispettivamente 27 stazioni trasmettenti.

In Europa l'aumento ha proporzioni minori dato il minor numero di stazioni radiofoniche e quindi la conseguente minore possibilità di installazione dei rispettivi trasmettitori televisione. Tuttavia i 2000 amatori e la sola trasmettente che si avevano nel 1929 oggi sono diventati 10000 amatori e rispettivamente 4 stazioni trasmettenti.

Si aggiunge però che altre diffonditrici estere hanno in corso d'installazione dei trasmettitori televisione tre dei quali entreranno probabilmente in funzione ancora entro quest'anno.

Pure in Italia l'Ente Italiano Audizioni Radiofoniche, con decisione veramente encomiabile ha iniziato il montaggio di un trasmettitore presso la stazione radiofonica di Roma e spera, qualora non intervengano particolari ragioni tecniche, di iniziare il servizio sperimentale entro il mese di settembre a. c.

Con l'inizio di tale servizio è doveroso ricordare al lettore che sia in Italia come all'Estero il servizio sperimentale di televisione ha, almeno per ora, il preciso scopo di mettere l'amatore pratica-

mente al corrente di quanto può oggi dare la televisione e ciò nel modo più semplice consentito dall'attuale tecnica, quindi interessare il massimo numero degli amatori dai quali, com'è avvenuto per la radiofonia, dipendono le possibilità di perfezionamento e di maggior sviluppo.

Pertanto le attuali ricezioni non devono essere considerate dal lato artistico ma bensì da quello scientifico cercando nel contempo di penetrare nell'intimo svolgersi dei fenomeni che realizzano la televisione la quale renderà certamente possibile entro breve tempo una ricezione di carattere artistico, qualora non manchi il proficuo interessamento dell'amatore per tale servizio sperimentale.

Con tale premessa si passerà ora a descrivere la costruzione di alcuni tipi di complessi ricevitori per radiovisione e radiofonovisione con i quali si possono ricevere soddisfacentemente le emissioni serali di televisione dalle trasmettenti Europee. Le caratteristiche della trasmissione, le costanti d'esplorazione e l'orario di emissione di tali trasmettenti sono state riassunte nella tab. XIV.

Per maggior chiarezza dell'esposizione, la descrizione dei suddetti complessi verrà fatta in due parti e più precisamente si dedicherà la prima parte all'esame costruttivo dei rispettivi « schemi generali delle connessioni » per complessi radiovisori e radiofonovisori ricordando al lettore che per non uscire dallo scopo del libro si citerà solamente qualcuno dei circuiti radio oggi più in uso. L'amatore quindi potrà usare in sostituzione al circuito indicato qualsiasi tipo di circuito [1] purchè sia sufficientemente selettivo e purchè la bassa frequenza possa sviluppare almeno due Watt-utili qualora l'apparecchio debba alimentare la sola lampada al neon, e 6 Watt-utili qualora l'apparecchio debba alimentare sia la lampada al neon che le bobine sincronizzanti. Si dedicherà invece la seconda parte all'esame costruttivo dei televisori e delle loro rispettive parti ottico-meccaniche.

Per quanto concerne quest'ultima parte però, si premette che i televisori che verranno descritti saranno tutti del tipo a disco di Nipkow, dato che non esiste ancora sul mercato un tipo di ruota

---

[1] Vedere a tale scopo il noto volume dell'Ing. E. Montù: *Come funziona ecc.* VIII Edizione (Ed. Hoepli).

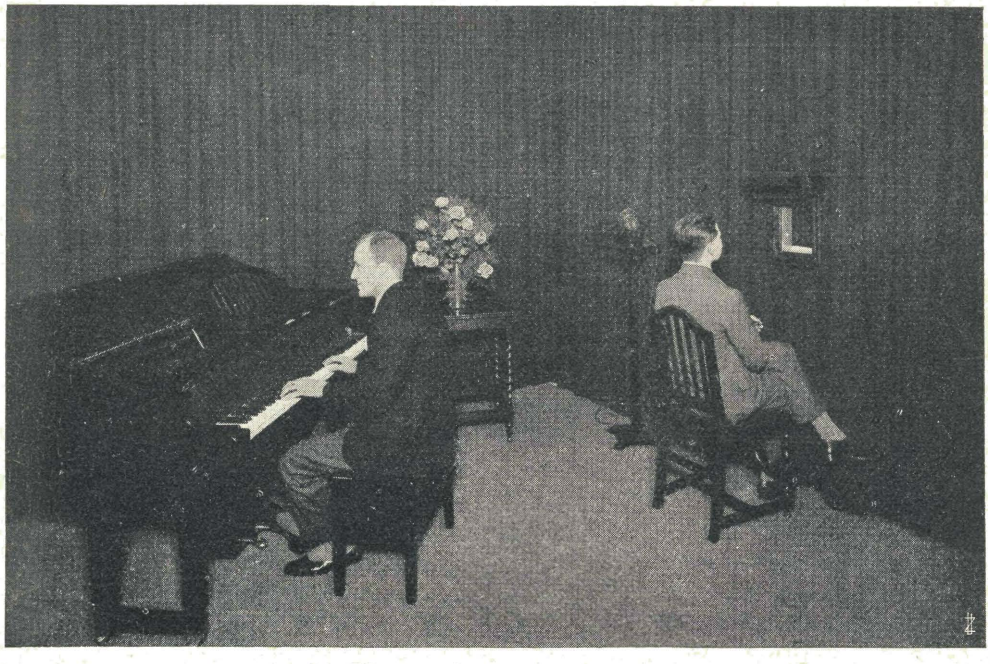
*Tabella XIV.* – CARATTERISTICHE DI TRASMISSIONE, COSTANTI DI ESPLORAZIONE E ORARIO DI EMISSIONE DELLE TRASMETTENTI EUROPEE DI TELEVISIONE (1).

| Stazione di | Potenza (kw) | Lunghezza d'onda (m) | Rapporto dimensioni immagine (z = A/B) | Num. delle righe ($n_r$) | Num. immag. al sec. ($i_s$) | Num. aree elem. (Na) | Senso di esplorazione | Orario della trasmissione (3 Agosto 1931) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Londra I (visione) | 45 | 356,3 | B 3/7 A z=3/7 | 30 | 12,5 | 2100 | Verticale | Lunedì, Martedì, Mercoledì, Giovedì e Venerdì dalle 11 alle 11,30. Mercoledì e Domenica dalle 24 alle 00,30. |
| Londra II (fonia) | 67 | 261,3 | — | — | — | — | — | |
| Berlino (Witzleben) | 1,7 | 418 | A 4/3 B z=3/4 | 30 | 12,5 | 1200 | Orizzontale | Lunedì, Martedì e Domenica dalle 9 alle 10. Domenica dalle 1 alle 2 (notte) |
| Königswusterhausen | 35 | 1635 | A 4/3 B z=3/4 | 30 | 12,5 | 1200 | Orizzontale | Domenica dalle 9 alle 10. Giovedì dalle 1,45 alle 2,45 (notte). |
| Berlino-Döberitz (visione) | 5 | 142,9 | A 4/3 B z=3/4 | 48 | 25 | ~3060 | Orizzontale | Tutti i giorni dalle 9,30 alle 11,30. |
| Berlino-Döberitz (fonia) | 2,5 | 92,31 | — | — | — | — | — | |
| Roma | 12 | 80 | A 3/4 B z=3/4 | 60 | 20 | 2700 | Orizzontale | L'orario della trasmissione verrà pubblicato sul « Radiocorriere ». |

(1) Trasmissioni con disco di Nipkow (N° fori = N° righe; N° giri del disco = $i_s \cdot 60$).

a specchi che possa permettere all'amatore il montaggio facile ed economico di un ricevitore a specchi rotanti [1].

Pure i televisori a raggio catodico sono stati omessi poichè sia l'elevato costo attuale del tubo di Braun e dei rispettivi apparecchi di pilotaggio (complessivamente circa 3000 Lt) che la poca convenienza di applicare l'esplorazione statica ad immagini il cui



Trasmissione sperimentale di radiofonovisione dalle stazioni di Londra.

numero delle aree elementari è ancora basso, non ne consigliano, per ora, l'impiego.

Riassumendo quindi la descrizione, per così dire, costruttiva dei succitati complessi radiovisori e radiofonovisori verrà fatta nel seguente ordine:

---

[1] L'amatore desideroso di costruire un ricevitore a specchi rotanti troverà esaurienti elementi a tale scopo ai §§ 48 e 49 del presente volume.

*A) Schemi generali delle connessioni per complessi radiovisori e radiofonovisori.*

§ 66. Radiovisore $V_1$ - Radiofonovisore $FV_1$. – § 67. Radiovisore $V_2$ - Radiofonovisore $FV_2$. – § 68. Radiovisore $V_3$ - Radiofonovisore $FV_3$. – § 69. Radiovisore $V_4$. – § 70. Radiofonovisore $FV_5$. – § 70 *a*. Radiovisore $V_6$.

*B) Televisori riceventi tipo a disco di Nipkow.*

§ 71. Televisore tipo con sincronismo a mano per la ricezione da Londra e Berlino (dimens. immag. Londra: $A = 15$ mm.; $B = 35$ mm.; dimens. immag. Berlino: $A = 30$ mm.; $B = 40$ mm.). – § 72. Televisore tipo con sincronismo semiautomatico per la ricezione da Londra e Berlino (dimens. immag. Londra: $A = 15$ mm.; $B = 35$ mm.; dimens. immag. Berlino: $A = 30$ mm.; $B = 40$ mm.). – § 73. Televisore tipo con sincronismo semiautomatico per la ricezione da Londra (dimens. immag.: $A = 21$ mm.; $B = 49$ mm.). § 73 *a*. Televisore tipo con sincronismo semiautomatico per la ricezione da Roma (dimens. immag.: $A = 30$ mm.; $B = 22{,}5$ mm.).

*C) Istruzioni per la ricezione.*

§ 74. Sincronizzazione. – § 75. Difetti di funzionamento e loro eliminazione.

## *A)* Schemi generali delle connessioni per complessi radiovisori e radiofonovisori

§ 66. Radiovisore $V_1$ (per onde da 200 a 580 m.). — Lo schema generale di questo complesso è rappresentato nella tav. I.

*Alta frequenza e rivelazione.* – Il circuito d'alta frequenza è del tipo ad amplificazione diretta con reazione sulla rivelatrice. È a due stadi e consta principalmente di un filtro di banda d'entrata ($T_e$-$T_o$) e di due valvole schermate ($V$) accoppiate fra di loro mediante trasformatori intervalvolari ($T_1$-$T_r$). La reazione è del tipo misto la quale permette, com'è noto, una regolazione molto fine della reazione stessa. La rivelazione avviene per corrente di placca.

Com'è visibile dallo schema, le induttanze del filtro di banda sono costituite dall'autotrasformatore d'entrata $T_e$ e dalla bobina

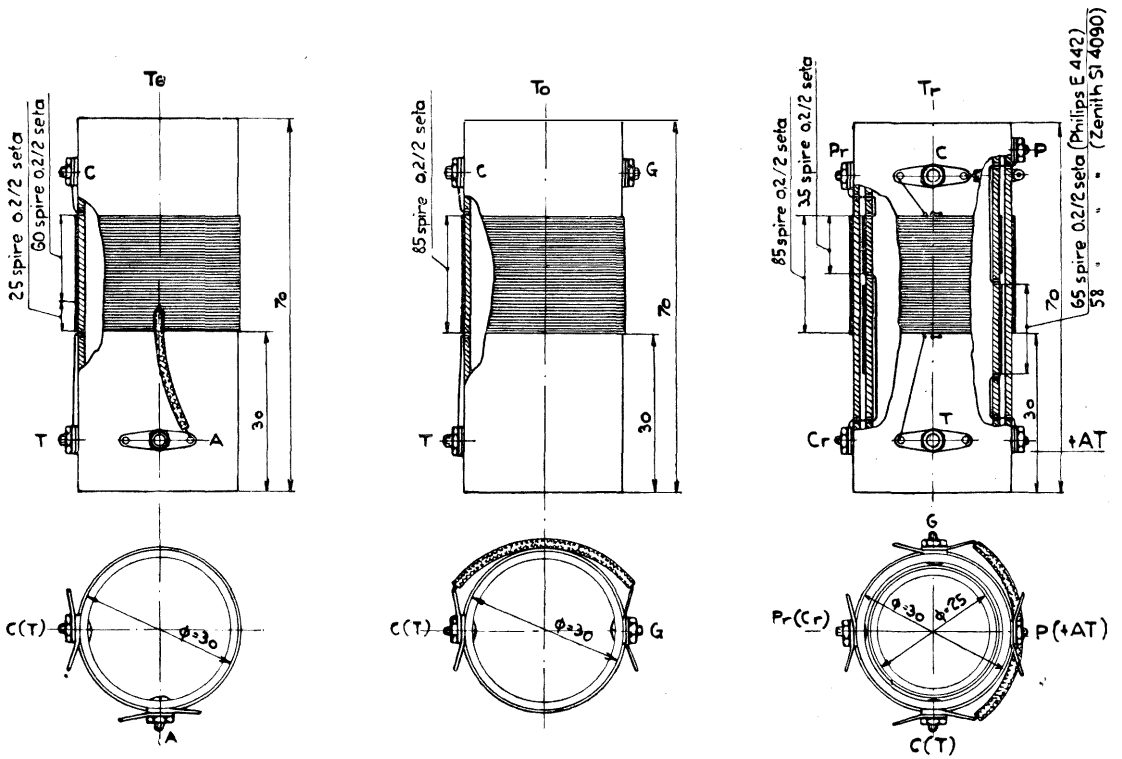



Fig. 182.

Filtro di banda $(T_e+T_o)$ e trasformatore intervalvolare con terzo avvolgimento per la reazione $(T_r)$.

*NB.* - Questi trasformatori vanno montati e schermati egualmente al trasformatore $T_1$ della fig. 183.

$T_0$ le cui forme e rispettivi dati costruttivi sono chiaramente esposti nella fig. 182. Ambedue dette induttanze vanno schermate e montate egualmente al trasformatore intervalvolare $T_1$ illustrato per pezzi nella fig. 183. Pure il trasformatore intervalvolare $T_r$ (provvisto d'avvolgimento di reazione) illustrato nella fig. 182 va schermato e montato egualmente al trasformatore intervalvolare $T_1$ della fig. 183.

Per le connessioni vanno osservate le lettere con cui si sono contrassegnati i morsetti dei trasformatori sulle figg. 182 e 183 e che figurano anche sullo schema generale, provvedendo ad eseguire collegamenti cortissimi e fra loro eguali specialmente per quelli che uniscono la griglia collo statore del condensatore variabile e con l'induttanza. Per i collegamenti si consiglia di usare trecciola di rame molto flessibile (diam. 0,2 ÷ 0,5 mm.) calzettata con tubo Sterling o tubo di gomma, ad eccezione dei collegamenti delle valvole per i quali è indispensabile usare del conduttore di almeno 1,5 mm. di diametro.

Per il montaggio dell'alta frequenza si consiglia di usare un unico piano metallico (per evitare i collegamenti di terra), montando i condensatori variabili coassialmente su separatori pure metallici. È ovvio che i due primi condensatori devono avere il rotore isolato dalla massa e quindi l'albero passante che collega i cinque condensatori dovrà essere isolato fra i primi due condensatori ed i tre successivi. Si consiglia perciò di sistemare il tamburo graduatorio (o manopola di comando del blocco) fra il secondo ed il terzo condensatore il che faciliterà il suddetto isolamento dei due tronchi d'albero.

Si ricorda inoltre che la selettività e la sensibilità del ricevitore dipendono principalmente dalla precisione dei condensatori e dal loro allineamento per cui conviene senz'altro usare dei condensatori della massima precisione, di costruzione leggera (per evitare, causa il peso rotorico, delle rotazioni elastiche angolari) o meglio ancora, adottare un blocco già tarato da fabbricante; in quest'ultimo caso i condensatorini di taratura segnati sullo schema non sono più necessari.

*Parti occorrenti.* – 1 filtro di banda e due trasformatori intervalvolari schermati da eseguirsi secondo i disegni costruttivi di figg. 182 e 183; 2 impedenze *A.F* onda fond. 580 m. schermate;

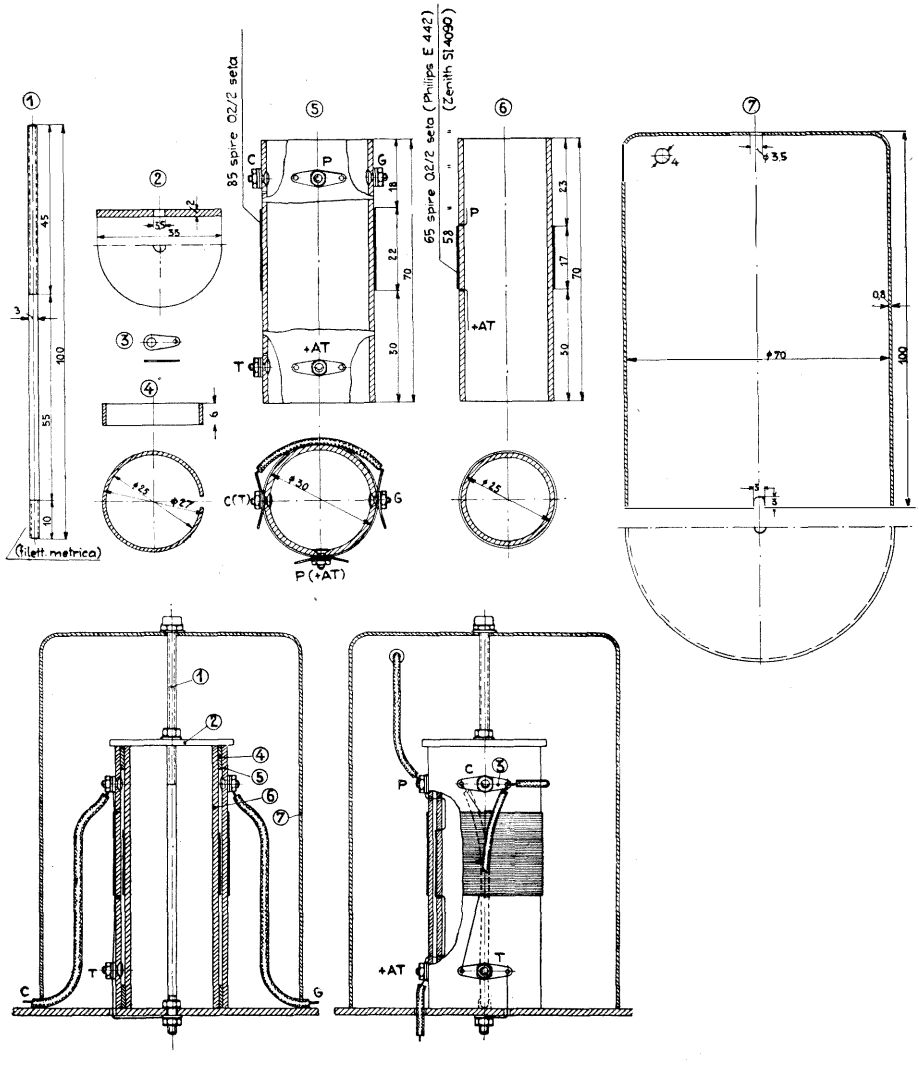



Fig. 183.

Trasformatore intervalvolare ($T_1$).

1, asta filettata (ottone); 2, disco ebanite o bachelite; 3, capo-filo; 4, distanziatore (usare tubo bachelite diam. 25 mm.); 5, sopporto avvolgimento secondario (tubo bachelite diam. 30 mm.); 6, sopporto avvolgimento primario (tubo bachelite diam. 25 mm.); 7, schermo (alluminio o rame).

1 blocco di quattro condensatori variabili ($4 \times 500$ cm.) provvisto di manopola demoltiplicatrice; 4 condensatori-compensatori da $5 \div 10$ cm. ciascuno per l'allineamento dei condensatori del blocco; 1 condensatore variabile da 250 cm. per la reazione con rispettiva manopola di comando; 1 condensatore fisso da $100 \div 500$ cm. da inserirsi all'entrata d'aereo; 1 condensatore fisso da $1000 \div 3000$ cm. per la taratura della reazione; 1 condensatore fisso da 0,03 $\mu F$ per il filtro di banda; 6 condensatori fissi da 0,5 $\mu F$, isol. 300 Volt; 3 condensatori fissi da 1 $\mu F$, isol. 500 Volt; 2 resistenze fisse da 700 Ohm - 0,01 Amp.; 1 resistenza fissa da 1000 Ohm - 0,01 Amp.; 1 resistenza-potenziometro da 0,1 M.Ohm - 0,01 Amp. per la regolazione del volume; 2 valvole schermate, rispettivi zoccoli portavalvola e schermi-valvola; 1 valvola rivelatrice (impedenza 15000 Ohm) e rispettivo zoccolo portavalvola; 1 base metallica; 1 pannello frontale, collegamenti, viti, ecc.

*Bassa frequenza.* – È a due stadi con accoppiamento intervalvolare a trasformatori. Il primo stadio è formato da un trasformatore *B.F* rapp. $1/5 \div 1/6$ e da una valvola amplificatrice ($V_2$) a bassa impedenza ($5000 \div 10000$ ohm). Il secondo stadio consta pure di un trasformatore *B.F* rapp. $1/3 \div 1/4$ e di una valvola di potenza ($V_3$) a bassa impedenza ($1200 \div 3000$ ohm).

La potenza di quest'ultima valvola va stabilita in considerazione al tipo di televisore che dovrà alimentare e più precisamente dovrà essere di 2 Watt-utili per televisori sprovvisti di bobine sincronizzanti (§ 71) e di $5 \div 6$ Watt-utili per televisori provvisti di dette bobine (§ 72 e 73).

Nello schema di tav. I si è previsto il secondo caso inserendo direttamente la lampada al neon e le bobine sincronizzanti nel circuito anodico della valvola di potenza cioè secondo lo schema base della fig. 113. Si rammenta (ved. pag. 83) che le correnti di riposo della lampada al neon e della valvola di potenza dovrebbero essere possibilmente eguali fra di loro. Soltanto nel caso che la corrente di riposo della lampada al neon sia superiore alla corrente di riposo della valvola di potenza è necessario inserire la resistenza compensatrice $R_x$ il cui valore va allora calcolato in base ai valori di dette correnti di riposo (ved. pag. 84). Si evita la resistenza $R_x$ e si sfrutta nel contempo la massima potenza della valvola finale usando una delle combinazioni di valvole e lampade indicate nella tab. XV.

*Tabella XV.* – ALCUNI TIPI DI VALVOLE DI POTENZA ($V_3$) E DI LAMPADE AL NEON ($R_l$) DA ADOTTARSI NEL RADIOVISORE $V_1$.

| $V_3$ | $R_l$ (tipo a placca) | Resistenza avvolg. sincron. Ohm (ved. tav. VIII). | Tensione anod. tot. Volt |
|---|---|---|---|
| *Circuito anodico finale con bobine sincronizzanti.* | | | |
| F410 (Philips) .... | Osram | 420 | 660 |
| P720 (Zenith) ..... | » | » | 660 |
| UX250 (R.C.A.) ... | » | » | 660 |
| *Circuito anodico finale senza bobine sincronizzanti.* | | | |
| D404 (Philips) .... | Rectron o Philips | — | 450 |
| U460 (Zenith) ..... | » » » | — | 450 |
| RE604 (Telef.) .... | Osram | — | 480 |

*Parti occorrenti.* – 1 trasformatore *B.F* rapp. 1/3÷1/4; 1 resistenza fissa da 700 Ohm, 0,01 Amp.; 1 condensatore fisso da 1 $\mu F$ - isol. 300 Volt; 1 valvola amplificatrice *B.F* (impedenza: 5000÷10000 ohm) e rispettivo zoccolo portavalvola; 1 valvola di potenza secondo tab. XV e rispettivo zoccolo portavalvola; 1 telefono di controllo ($A_p$); 1 interruttore unipolare ($I$); collegamenti, viti, ecc.

*Alimentatore.* – Pure l'alimentatore va previsto a seconda che la valvola di potenza debba alimentare la sola lampada al neon, oppure tanto la lampada al neon che le bobine sincronizzanti.

Per alimentare la sola lampada al neon gli avvolgimenti secondari del trasformatore d'alimentazione devono soddisfare le seguenti caratteristiche:

*a*) per l'alimentazione anodica: $2 \times 500$ Volt - 0,06 Amp. (tipi di valvole raddrizzatrici: Zenith P7200, Philips 1561);

*b*) per l'accensione della raddrizzatrice: $2 \times 3{,}75$ Volt - 1,5

Amp., usando la raddrizzatrice Zenith P7200; oppure: 2 ×2 Volt - 2 Amp., usando la raddrizzatrice Philips 1561;

*c*) per l'accensione delle valvole preamplificatrici di *A.F* e *B.F*: 2 ×2 Volt - 4 Amp.;

*d*) per l'accensione della valvola di potenza: 2 ×2 Volt - 0,8 Amp.

Qualora invece la valvola di potenza debba alimentare sia la lampada al neon che le bobine sincronizzanti le caratteristiche degli avvolgimenti secondari del trasformatore di alimentazione devono essere:

*a*) per l'alimentazione anodica: 2 × 700 Volt - 0,06 Amp. (tipi di valvole raddrizzatrici: 2 Zenith ad una placca tipo R1OM oppure 2 Philips ad una placca tipo 1562 da collegarsi come nello schema dell'alimentatore di fig. 147, oppure: 1 Philips 2769 o 1061);

*b*) per l'accensione della raddrizzatrice: 2 ×2,2 Volt - 4 Amp., usando le raddrizzatrici Philips 2769 o 1061, oppure: 2 ×3,75 Volt - 2,5 Amp. usando le raddrizzatrici Zenith R1OM o Philips 1562;

*c*) per l'accensione delle valvole preamplificatrici di *A.F* e *B.F*: 2 ×2 Volt - 4 Amp.;

*d*) per l'accensione della valvola di potenza: 2 ×3,75 Volt - 1,5 Amp., usando le valvole di potenza Zenith P720 o R.C.A. UX250, oppure: 2 ×2 Volt, 2 Amp., usando la valvola di potenza Philips F410.

Si rammenta che è opportuno che il trasformatore di alimentazione e l'impedenza filtro siano blindati e distanti almeno 30 cm. dai trasformatori di *B.F*.

*Parti occorrenti.* – 1 trasformatore d'alimentazione come sopra; 1 o 2 valvole rettificatrici (a seconda della tensione raddrizzata richiesta) e rispettivi zoccoli portavalvola; 1 impedenza 60÷80 Henry - 0,06 Amp.; 1 resistenza-potenziometro da 30000 Ohm - 0,03 Amp. a tre prese intermedie qualora la tensione raddrizzata sia di 450 Volt o da 45000 Ohm, 0,03 Amp. a quattro prese intermedie qualora la tensione raddrizzata sia di 650 Volt; 2 condensatori fissi da 0,1 $\mu F$ - isol. 2000 Volt c.a; 1 condensatore fisso da 4 $\mu F$ - isol. 1500 Volt c. c.; 1 condensatore fisso da 6 $\mu F$ - isol. 1500 Volt c. c.; 3 condensatori fissi da 2 $\mu F$, isol. 700 Volt c. c.; 1 resistenza

fissa da 1000÷4000 Ohm - 0,05 Amp. (a seconda della corrente anodica della valvola di potenza); 1 base metallica, fusibili per l'A. T., collegamenti, viti, ecc.

*NB.* – Sul pannello frontale del complesso Radiovisore $V_1$ vanno montati il comando del blocco condensatori variabili, il comando del potenziometro regolatore del volume, il comando del condensatore di reazione ed il comando dell'interruttore I.

RADIOFONOVISORE $FV_1$ (per onde: visione 200-280 m.; fonia 200-580 m.) — Questo complesso consta di un Radiovisore $V_1$ e di un apparecchio radiofonico (tav. I). Quest'ultimo ed il televisore a mezzo del commutatore $C_o$ possono anche essere esclusi in modo che il Radiovisore possa funzionare all'occorrenza come un qualunque apparecchio radiofonico. In funzionamento normale invece, il radiovisore (circuito-visione) alimenta la lampada al neon e le bobine sincronizzanti mentre l'apparecchio radiofonico (circuito-fonia) alimenta l'altoparlante. Il commutatore $C_o$ serve per smistare il segnale-visione all'altoparlante e quindi poter sintonizzare acusticamente il segnale stesso; a sintonia raggiunta lo stesso commutatore $C_o$ permette di smistare il segnale alla lampada al neon e di inserire l'altoparlante nel circuito-fonia il quale viene a sua volta sintonizzato sull'emissione dei suoni.

*Alta frequenza, rivelazione e bassa frequenza circuito-visione.* – Sono rispettivamente eguali a quelle del Radiovisore $V_1$ e quindi le rispettive parti occorrenti sono le medesime.

*Alimentatore circuito-visione.* – Si differenzia da quello del circuito $V_1$ soltanto per la sostituzione dell'impedenza-filtro da 60÷80 Henry con la bobina d'eccitazione ($B_f$) dell'altoparlante; tutte le altre parti occorrenti sono le medesime.

*Alta frequenza e rivelazione circuito-fonia.* – È eguale a quella del Radiovisore $V_1$ e quindi le parti occorrenti sono le medesime.

*Bassa frequenza circuito-fonia.* – È ad un solo stadio affinchè il contrasto fra il volume del suono emesso dall'atoparlante e la grandezza dell'immagine, non risulti troppo rilevante.

*Parti occorrenti.* – 1 trasformatore *B.F* rapp. 1/5; 1 valvola amplificatrice *B.F* (impedenza 5000÷10000 Ohm) e rispettivo zoccolo portavalvola; 1 resistenza fissa da 700 Ohm - 0,01 Amp.; 1 condensatore fisso da 1 $\mu F$ - isol. 300 Volt c. c.; 1 commutatore tripolare $C_o$, collegamenti, viti, ecc.

*Alimentatore circuito-fonia. Parti occorrenti.* – 1 trasformatore d'alimentazione le cui caratteristiche degli avvolgimenti secondari devono essere:

*a*) per l'alimentazione anodica: 2 ×300 Volt - 0,03 Amp. (tipi di valvole raddrizzatrici; Zenith R4100, Philips 506);

*b*) per l'accensione delle valvole preamplificatrici di *A.F* e *B.F*: 2 ×2 Volt - 4 Amp.;

*c*) per l'accensione della raddrizzatrice: 2 ×2 Volt - 1 Amp.; 1 valvola raddrizzatrice e rispettivo zoccolo portavalvola; 1 impedenza 60 Henry - 0,03 Amp; 1 resistenza-potenziometro da 15000 Ohm - 0,02 Amp. a due prese intermedie; 2 condensatori fissi da 0,1 $\mu F$ - isol. 500 Volt c. a.; 1 condensatore fisso da 4 $\mu F$ - isol. 500 Volt c. c.; 1 condensatore fisso da 6 *F* - isol. 500 Volt c. c.; 1 base metallica, fusibili per l'A. T., collegamenti, viti, ecc.

*NB.* – Sul pannello frontale del complesso Radiofonovisore $FV_1$ va montato da una parte (visione): il comando del blocco condensatori variabili, il comando del potenziometro regolatore del volume ed il comando del condensatore di reazione; dall'altra parte (fonia): il comando del blocco condensatori variabili, il comando del potenziometro regolatore del volume, il comando del condensatore di reazione ed il comando del commutatore $C_o$.

§ 67. Radiovisore $V_2$ (per onde da 200 a 580 m.). — Lo schema generale di questo complesso è rappresentato nella tav. II.

*Alta frequenza e rivelazione.* – Il circuito d'alta frequenza è eguale a quello del Radiovisore $V_1$ e quindi sia per il montaggio che per le parti occorrenti vale quanto si è già detto per l'alta frequenza di detto Radiovisore $V_1$.

*Bassa frequenza.* – Si differenzia da quella del radiovisore $V_1$ soltanto per l'aggiunta, fra valvola di potenza la lampada al neon e le bobine sincronizzanti, di un trasformatore d'uscita rapp. 1/1.

Le parti occorrenti quindi sono quelle della *B.F* del Radiovisore $V_1$ più un trasformatore d'uscita rapp. 1/1. Si rammenta che la valvola di potenza deve poter sviluppare 5÷6 Watt-utili e che si può usare per tale valvola uno dei tre tipi indicati nella tab. XIV purchè si adottino le corrispondenti bobine sincronizzanti.

*Alimentatore.* – Poichè l'alimentatore fornisce in questo caso una tensione massima che corrisponde alla tensione anodica della sola valvola di potenza, le caratteristiche degli avvolgimenti secondari del trasformatore d'alimentazione devono essere:

*a*) per l'alimentazione anodica: 2 × 500 Volt - 0,06 Amp. (tipi di valvole raddrizzatrici: Zenith R7200, Philips 1561);

*b*) per l'accensione della raddrizzatrice: 2 × 3,75 Volt - 1,5 Amp. usando la raddrizzatrice Zenith R7200, oppure: 2 × 2 Volt - 2 Amp. usando la raddrizzatrice Philips 1561;

*c*) per l'accensione delle valvole preamplificatrici di *A.F*: 2 × 2 Volt - 4 Amp.;

*d*) per l'accensione della valvola di potenza: 2 × 3,75 Volt - 1,5 Amp. usando le valvole di potenza Zenith P720 o R.C.A. UX250, oppure 2 × 2 Volt - 2 Amp. usando la valvola di potenza Philips F410.

*Parti occorrenti.* – 1 trasformatore d'alimentazione come sopra; 1 valvola rettificatrice e rispettivo zoccolo portavalvola; 1 impedenza 60÷80 Henry - 0,06 Amp.; 1 resistenza-potenziometro da 30000 Ohm - 0,03 Amp. a tre prese intermedie; 2 condensatori fissi da 0,1 $\mu F$ - isol. 2000 Volt c. a.; 1 condensatore fisso da 4 $\mu F$ - isol. 1500 Volt c. c.; 1 condensatore fisso da 6 $\mu F$ - isol. 1500 Volt c. c.; 3 condensatori fissi da 2 $\mu F$ - isol. 700 Volt c. c.; 1 resistenza fissa da 1000÷3000 Ohm - 0,04 Amp. (a seconda della corrente anodica della valvola di potenza); 1 base metallica, fusibili per l'A. T., collegamenti, viti, ecc.

Nello schema non è stato indicato l'alimentatore per la lampada al neon le cui parti occorrenti sono eguali a quelle dell'alimentatore del circuito-fonia del complesso Radiofonovisore $FV_1$.

*NB.* – Sul pannello frontale del complesso Radiovisore $V_2$ va montato il comando del blocco condensatori variabili, il comando del potenziometro regolatore del volume, il comando del condensatore di reazione ed il comando dell'interruttore I.

RADIOFONOVISORE $FV_2$ (per onde: visione 200-580 m.; fonia 200-580 m.). — Questo complesso consta di un Radiovisore $V_2$ e di un apparecchio radiofonico (tav. II). Quest'ultimo ed il televisore, a mezzo del commutatore $C_o$, possono anche essere esclusi in modo che il Radiovisore possa funzionare all'occorrenza come un qualunque apparecchio radiofonico. In funzionamento normale invece, il radiovisore (circuito-visione) alimenta la lampada al neon e le bobine sincronizzanti mentre l'apparecchio radiofonico (circuito-fonia) alimenta l'altoparlante. Il commutatore $C_o$ serve per smistare il segnale-visione all'altoparlante e quindi poter sintonizzare acusticamente il segnale stesso; a sintonia raggiunta lo stesso commutatore $C_o$ permette di smistare il segnale alla lampada al neon e di inserire l'altoparlante nel circuito-fonia il quale viene a sua volta sintonizzato sull'emissione dei suoni.

*Alta frequenza e rivelazione circuito-visione.* – È eguale a quella del Radiovisore $V_1$ e quindi tutte le parti occorrenti sono le medesime.

*Bassa frequenza circuito-visione.* – Si differenzia da quella del Radiovisore $V_1$ soltanto per l'aggiunta, fra valvola di potenza la lampada al neon e le bobine sincronizzanti, di un trasformatore d'uscita rapp. 1/1. Le parti occorrenti quindi sono quelle della *B.F* del Radiovisore $V_1$ più un trasformatore d'uscita rapp. 1/1. Si rammenta che la valvola di potenza deve poter sviluppare $5 \div 6$ Watt-utili e che si può usare per tale valvola uno dei tre tipi indicati nella tab. XV purchè si adottino le corrispondenti bobine sincronizzanti.

*Alimentatore circuito-visione.* – È eguale a quello del Radiovisore $V_2$ e quindi tutte le parti occorrenti sono le medesime. Poichè l'alimentatore della lampada al neon, com'è visibile dallo schema, forma blocco coll'alimentatore del circuito-fonia, le rispettive parti occorrenti saranno elencate nell'alimentatore di detto circuito.

*Alta frequenza e rivelazione circuito-fonia.* – È eguale a quella del Radiovisore $V_1$ e quindi tutte le parti occorrenti sono le medesime.

*Bassa frequenza circuito-fonia.* – È ad un solo stadio affinchè il contrasto fra il volume del suono emesso dall'altoparlante e la grandezza dell'immagine non risulti troppo rilevante.

*Parti occorrenti.* – 1 trasformatore *B.F* rapp. 1/5 ; 1 valvola amplificatrice di *B.F* (impedenza 5000÷10000 ohm) e rispettivo zoccolo portavalvola ; 1 resistenza fissa da 700 Ohm - 0,01 Amp. ; 1 condensatore fisso da 1 $\mu F$ - isol. 300 Volt c. c. ; 1 commutatore bipolare ($C_o$), collegamenti, viti, ecc.

*Alimentatore circuito-fonia.* – Si è già detto che tale alimentatore dev'essere doppio per alimentare da una parte il circuito-fonia e dall'altra la lampada al neon. Pertanto gli avvolgimenti secondari del trasformatore di alimentazione devono soddisfare le seguenti caratteristiche :

*a*) per l'alimentazione anodica del circuito fonia : 2 × 300 Volt - 0,03 Amp. (tipi di valvole raddrizzatrici : Zenith R4100, Philips 506) ;

*b*) per l'alimentazione anodica lampada al neon : 2 × 300 Volt - 0,03 Amp. (tipi di valvole raddrizzatrici : Zenith R4100, Philips 506) ;

*c*) per l'accensione della raddrizzatrice *a*) : 2 × 2 Volt - 1 Amp. ;

*d*) per l'accensione della raddrizzatrice *b*) : 2 × 2 Volt - 1 Amp. ;

*e*) per l'accensione delle valvole preamplificatrici di *A.F* e *B.F* : 2 × 2 Volt - 4 Amp.

*Parti occorrenti.* – 1 trasformatore di alimentazione come sopra ; 2 valvole raddrizzatrici e rispettivi zoccoli portavalvola ; 2 impedenze 60 Henry - 0,03 Amp. ; 4 condensatori fissi da 0,1 $\mu F$ - isol. 500 Volt c. a. ; 2 condensatori fissi da 4 $\mu F$ - isol. 500 Volt c. c. ; 2 condensatori fissi da 6 $\mu F$ - isol. 500 Volt c. c. ; 2 resistenze-potenziometro da 15000 Ohm - 0,02 Amp. a due prese intermedie ; 1 base metallica, fusibili per l'A. T., collegamenti, viti, ecc.

*NB.* – Sul pannello frontale del complesso Radiofonovisore $FV_2$ va montato da una parte (visione) : il comando del blocco condensatori variabili, il comando del potenziometro regolatore del volume ed il comando del condensatore di reazione ; dall'altra parte (fonia) : il comando del blocco condensatori variabili, il comando del potenziometro regolatore del volume, il comando del condensatore di reazione ed il comando del commutatore $C_o$.

§ 68. RADIOVISORE $V_3$ (per onde da 200 a 580 m.). — Lo schema generale di questo complesso è rappresentato nella tav. III. Il circuito d'alta frequenza è del tipo ad amplificazione diretta. È a tre stadi e consta principalmente di un filtro di banda ($T_e$-$T_o$) e di tre valvole schermate ($V$) accoppiate fra di loro mediante trasformatori intervalvolari ($T_1$). A questi tre stadi segue la valvola rivelatrice ($V_2$) la quale rettifica per corrente di placca.

*Alta frequenza-rivelazione. Parti occorrenti.* – 1 filtro di banda ($T_e$-$T_o$) e tre trasformatori intervalvolari ($T_1$) schermati da eseguirsi secondo i disegni costruttivi di figg. 181 e 182 ; 2 impedenze $A.F$ onda fond. 580 m. schermate ; 1 blocco di cinque condensatori variabili ($5 \times 500$ cm.) provvisto di manopola demoltiplicatrice ; 5 condensatori-compensatori da $5 \div 10$ cm. ciascuno per l'allineamento dei condensatori del blocco ; 1 condensatore fisso da 100-500 cm. da inserirsi all'entrata d'aereo ; 1 condensatore fisso da 0,03 $\mu F$ per il filtro di banda ; 1 condensatore fisso da $1000 \div 3000$ cm. per lo shuntaggio della rivelatrice ; 9 condensatori fissi da 0,5 $\mu F$ - isol. 300 Volt c. c. ; 3 condensatori fissi da 1 $\mu F$ - isol. 300 Volt c. c. ; 3 resistenze fisse da 700 Ohm - 0,01 Amp. ; 1 resistenza fissa da 1000 Ohm - 0,01 Amp. ; 1 resistenza-potenziometro da 0,1 M Ohm - 0,01 Amp. per la regolazione del volume ; 3 valvole schermate, rispettivi zoccoli portavalvola e schermi-valvola ; 1 valvola rivelatrice (impedenza 15000 Ohm) e rispettivo zoccolo portavalvola ; 1 base metallica ; 1 pannello frontale, collegamenti, viti, ecc.

*Bassa frequenza.* – È a due stadi con accoppiamento a trasformatori. Il primo stadio è formato da un trasformatore $B.F$ rapp. $1/5 \div 1/6$ e da una valvola ($V_2$). Il secondo stadio consta pure di un trasformatore di $B.F$ ma di rapp. $1/3 \div 1/4$ e da due valvole di potenza ($V_3$-$V_4$) collegate in parallelo soltanto lato griglia e che alimentano rispettivamente la lampada al neon e le bobine sincronizzanti.

Allo scopo di eliminare la resistenza compensatrice $R_x$ e di sfruttare quindi la massima potenza del triodo finale, per tali valvole si consiglia di usare una delle combinazioni indicate nella tabella XVI.

*Tabella XVI.* – ALCUNI TIPI DI VALVOLE DI POTENZA ($V_3$-$V_4$) E DI LAMPADE AL NEON ($R_l$) DA ADOTTARSI NEL RADIOVISORE $V_3$.

| $V_4$ | $V_3$ | $R_l$ (tipo a placca) | Resistenza avvolg. sincr. Ohm (ved. tav. VIII) | Tensione anod. tot. Volt | Corrente anod. tot. Amp. |
|---|---|---|---|---|---|
| F410 (Philips) | D404 (Philips) | Réctron o Philips | 210 | 450 | 0,09 |
| P720 (Z nith) | U460 (Zenith) | Osram | 210 | 450 | 0,09 |
| UX250 (R.C.A.) | RE604 (Telef.) | Osram | 210 | 450 | 0,1 |

*Parti occorrenti.* – 1 trasformatore *B.F* rapp. 1/5-1/6; 1 trasformatore *B.F* rapp. 1/3÷1/4; 1 valvola amplificatrice di *B.F* (impedenza 5000÷10000 Ohm) e rispettivo zoccolo portavalvola; 1 valvola di potenza ($V_4$) da 4 Watt-utili e rispettivo zoccolo portavalvola; 1 valvola di potenza ($V_3$) da 1,5÷2 Watt-utili e rispettivo zoccolo portavalvola; 3 condensatori fissi da 1 $\mu F$ - isol. 300 Volt c. c.; 1 resistenza fissa da 700 Ohm - 0,01 Amp.; 1 telefono di controllo ($A_p$); 1 interruttore unipolare (I); 1 base metallica, collegamenti, viti, ecc.

*Alimentatore.* – Considerando la tab. XVI e lo schema dell'alimentatore (tav. III), gli avvolgimenti secondari del trasformatore di alimentazione devono avere le seguenti caratteristiche:

*a*) per l'alimentazione anodica: 2 × 500 Volt - 0,1 Amp. (tipi di valvole raddrizzatrici: Zenith R7200, Philips 1561);

*b*) per l'accensione della raddrizzatrice: 2 × 3,75 Volt - 1,5 Amp. usando la raddrizzatrice Zenith R7200; oppure: 2 ×2 Volt - 2 Amp. usando la raddrizzatrice Philips 1561);

*c*) per l'accensione delle valvole preamplificatrici di *A.F* e *B.F*: 2 ×2 Volt - 4 Amp.;

*d*) per l'accensione della valvola di potenza $V_3$: 2 ×2 Volt - 0,8 Amp.;

*e*) per l'accensione della valvola di potenza $V_4$ : 2 ×3,75 Volt - 1,5 Amp.;

*Parti occorrenti.* – 1 trasformatore d'alimentazione come sopra; 1 valvola raddrizzatrice e rispettivo zoccolo portavalvola; 1 impe-

denza 60÷80 Henry - 0,1 Amp.; 1 resistenza-potenziometro da 30000 Ohm - 0,04 Amp. a tre prese intermedie; 2 condensatori fissi da 0,1 $\mu F$ - isol. 2000 Volt c. a.; 1 condensatore fisso da 4 $\mu F$ - isol. 1500 Volt c. c.; 1 condensatore fisso da 6 $\mu F$ - isol. 1500 Volt c. c.; 2 condensatori fissi da 1 $\mu F$ - isol. 500 Volt c. c.; 2 condensatori fissi da 2 $\mu F$ - isol. 300 Volt c. c.; 2 resistenze fisse da 1000÷4000 Ohm - 0,05 Amp. (a seconda della corrente anodica della rispettiva valvola di potenza); 1 base metallica, fusibili per l'A. T., collegamenti, viti, ecc.

*NB.* – Sul pannello frontale del complesso Radiovisore $V_3$ va montato il comando del blocco condensatori variabili, il comando del potenziometro regolatore del volume ed il comando dell'interruttore I.

RADIOFONOVISORE $FV_3$ (per onde: visione 200-580 m.; fonia 200-580 m.). — Questo complesso consta di un Radiovisore $V_3$ e di un apparecchio radiofonico (tav. III). Come nel complesso precedente l'apparecchio radiofonico ed il televisore, a mezzo del commutatore $C_o$, possono anche essere esclusi in modo che il Radiovisore possa funzionare all'occorrenza come un qualunque apparecchio radiofonico. In funzionamento normale invece, il Radiovisore (circuito-visione) alimenta la lampada al neon e le bobine sincronizzanti mentre l'apparecchio radiofonico (circuito-fonia) alimenta l'altoparlante. Il commutatore $C_o$ serve per smistare il segnale-visione all'altoparlante e quindi poter sintonizzare acusticamente il segnale stesso; a sintonia raggiunta lo stesso commutatore $C_o$ permette di smistare il segnale alla lampada al neon e di inserire l'altoparlante nel circuito-fonia il quale viene a sua volta sintonizzato sull'emissione dei suoni.

*Alta frequenza circuito-visione.* – È eguale a quella del Radiovisore $V_3$ e quindi tutte le parti occorrenti sono le medesime.

*Bassa frequenza circuito-visione.* – Si differenzia da quella del Radiovisore $V_3$ soltanto per lo stadio finale il quale in questo caso è un push-pull. Le parti occorrenti sono quindi quelle della *B.F* del Radiovisore $V_3$ più una valvola ($V_3$) con rispettivo zoccolo portavalvola rammentando che i due ultimi trasformatori di *B.F*

devono essere, per questo caso, del tipo push-pull. Pure per la scelta delle rispettive valvole di potenza si consiglia di adottare una delle combinazioni indicate nella tab. XVI.

*Alimentatore circuito-visione.* – È in tutto analogo a quello del Radiovisore $V_3$ eccezione fatta per il trasformatore d'alimentazione che deve possedere un sesto avvolgimento secondario per 0,8 Amp. a $2 \times 2$ Volt per l'accensione della valvola aggiunta per il push-pull. Le parti occorrenti sono quindi le stesse come nell'alimentatore del Radiovisore $V_3$ più 1 condensatore da $2\ \mu F$ - isol. 300 Volt c. c. ed una resistenza fissa da $1000 \div 4000$ Ohm - 0,05 Amp. (a seconda della corrente anodica della valvola $V_3$).

*Alta frequenza del circuito-fonia.* – È eguale a quella del circuito-fonia del Radiofonovisore $FV_2$ e quindi tutte le parti occorrenti sono le medesime.

*Alimentatore circuito-fonia.* – È pure eguale a quello del circuito-fonia del Radiofonovisore $FV_2$ e quindi le parti occorrenti sono le medesime.

*NB.* – Sul pannello frontale del complesso Radiofonovisore $FV_3$ va montato da una parte (visione): il comando del blocco condensatori variabili ed il comando del potenziometro regolatore del volume; dall'altra parte (fonia): il comando del blocco condensatori variabili, il comando del potenziometro regolatore del volume ed il comando del commutatore $C_o$.

§ 69. Radiovisore $V_4$ (per onde da 200 a 580 m). — Lo schema generale di questo complesso è rappresentato nella tav. IV. Si differenzia dal complesso precedente per l'aggiunta, dopo la $B.F$, di un oscillatore-separatore il quale separa il segnale sincronizzante dal segnale-visione rendendolo molto più efficace agli effetti del sincronismo.

*Alta frequenza e rivelazione.* – Il circuito d'alta frequenza è del tipo ad amplificazione diretta con accoppiamento intervalvolare a trasformatori. È a tre stadi e possiede due filtri di banda cioè uno all'entrata d'aereo ed uno fra la seconda e la terza valvola. La prima e la seconda valvola sono accoppiate mediante un trasformatore

aperiodico per $A.F$ mentre la terza valvola e la rivelatrice sono accoppiate con il solito trasformatore a secondario accordato. La rivelazione avviene per corrente di placca.

*Parti occorrenti.* – 2 filtri di banda ($T_e$-$T_o$) ed 1 trasformatore intervalvolare ($T_1$) schermati da eseguirsi secondo i disegni costruttivi di fig. 181 e 182; 1 trasformatore aperiodico $A.F$ rapp. 1/1,4 schermato; 2 impedenze $A.F$ onda fond. 580 m. schermate; 1 blocco di 5 condensatori variabili ($5 \times 500$ cm.) provvisto di manopola demoltiplicatrice; 5 condensatori-compensatori da $5 \div 10$ cm. ciascuno per l'allineamento dei condensatori del blocco; 1 condensatore fisso da $100 \div 500$ cm. da inserirsi all'entrata d'aereo; 1 condensatore fisso da $1000 \div 3000$ cm. per lo shuntaggio della rivelatrice; 2 condensatori fissi da 0,03 $\mu F$ per i filtri di banda; 8 condensatori fissi da 0,5 $\mu F$ - isol. 300 Volt c. c.; 1 condensatore fisso da 1 $\mu F$ - isol. 300 Volt c. c.; 3 resistenze fisse da 700 Ohm - 0,01 Amp.; 1 resistenza fissa da 1000 Ohm - 0,01 Amp.; 1 resistenza-potenziometro da 0,1 MOhm - 0,01 Amp. per la regolazione del volume; 3 valvole schermate, e rispettivi zoccoli portavalvola e schermi-valvola; 1 valvola rivelatrice (impedenza 15000 Ohm) e rispettivo zoccolo portavalvola; 1 base metallica; 1 pannello frontale, collegamenti, viti, ecc.

*Bassa frequenza.* – È eguale a quella del Radiovisore $V_1$ con la differenza che la valvola di potenza ($V_3$) può essere in questo caso di soli 3 Watt-utili. Le parti occorrenti quindi, ad eccezione di detta valvola, sono le medesime.

*Separatore-oscillatore.* – Sia per il funzionamento di questo dispositivo che per le caratteristiche delle parti occorrenti ved. pagina 158.

*Alimentatore.* – È eguale a quello del Radiovisore $V_1$ e quindi le parti occorrenti sono le medesime.

*NB.* – Sul pannello frontale del complesso Radiovisore $V_4$ vanno montati il comando del blocco condensatori variabili, il comando del potenziometro regolatore del volume ed il comando del condensatore $C_2$.

§ 70. RADIOFONOVISORE $FV_5$ (per onde: visione 150-2000 m.; fonia 150-2000 m.). — Lo schema generale di questo complesso è rappresentato nella tav. VI. Si differenzia dai complessi già descritti per l'alta frequenza la quale è del tipo ad amplificazione aperiodica ed è perciò comune al circuito-visione ed al circuito-fonia.

Il segnale-visione e quello fonia vengono raccolti da due circuiti accordati sulle rispettive frequenze di ricezione e che a lor volta alimentano due valvole rivelatrici separate e quindi le rispettive basse frequenze.

Il complesso permette la ricezione della visione e della fonia sia su onde medie che su onde lunghe intercambiando soltanto le bobine $L$ ed $L_1$; per contro però non è abbastanza selettivo.

*Alta frequenza.* – È a cinque stadi con accoppiamento intervalvolare a resistenza-capacità. Per evitare accoppiamenti parassitari è indispensabile che ciascun stadio sia rigorosamente schermato e che i collegamenti siano i più corti possibile.

*Parti occorrenti.* – 1 condensatore variabile da 250 cm. da inserirsi all'entrata d'aereo; 1 trasformatore d'entrata $A.F$ tipo aperiodico; 5 valvole ($V$) tipo per accoppiamento resistenza-capacità e rispettivi zoccoli portavalvola; 1 scatola schermo a cinque scomparti per la schermatura degli stadi; 3 resistenze fisse da 0,2 MOhm; 3 resistenze fisse da 0,05 MOhm; 1 resistenza fissa da 0,15 MOhm; 1 resistenza fissa da 0,03 MOhm; 4 condensatori fissi da 100 cm.; 2 condensatori fissi da 2 $\mu F$ - isol. 300 Volt c. c.; 1 reostato d'accensione da 5 Ohm - 1 Amp.; 1 batteria d'accensione 4 Volt; 1 batteria anodica 150 Volt; 2 accoppiatori variabili per bobine a nido d'ape; 2 mute di coppie di bobine a nido d'api per le varie lunghezze d'onda osservando che il rapporto fra il numero di spire di $L$ e quello di $L_1$ sia eguale a 1/2 per tutte le coppie; 1 base metallica; 1 pannello frontale, collegamenti, viti, ecc.

*Rivelazione e bassa frequenza circuito-visione.* – Alla valvola rivelatrice ($V_1$), montata per rivelazione con corrente di placca, seguono due stadi in $B.F$ con lo stadio finale in push-pull. Com'è visibile dallo schema l'alimentazione delle bobine sincronizzanti viene eseguita con una valvola di potenza separata ed eccitata in parallelo con l'ultimo stadio.

Per la scelta delle valvole di potenza in corrispondenza ai tipi di lampade al neon ed alla resistenza delle bobine sincronizzanti si consiglia di adottare una delle combinazioni indicate nella tab. XVI.

*Parti occorrenti.* – 1 valvola rivelatrice (impedenza 15000 Ohm) e rispettivo zoccolo portavalvola; 1 impedenza *A.F.* onda fond. 1000 m.; 1 condensatore fisso da 1000÷3000 cm. per lo shuntaggio della rivelatrice; 1 trasformatore *B.F* rapp. 1/5÷1/6; 1 trasformatore rapp. 1/3÷1/4 per push-pull; 1 trasformatore *B.F* rapp. 1/1 per push-pull; 1 valvola amplificatrice per *B.F* (impedenza 5000-10000 Ohm) e rispettivo zoccolo portavalvola; 2 valvole di potenza da 2 Watt-utili e rispettivo zoccolo portavalvola; 1 valvola di potenza da 4 Watt-utili e rispettivo zoccolo portavalvola; 4 condensatori fissi da 1 $\mu F$-isol. 300 Volt c. c. 2 condensatori fissi da 2 $\mu F$-isol. 1000 Volt c. c.; 2 resistenze fisse da 600 Ohm-0,01 Amp.; 1 base metallica, collegamenti viti, ecc.

*Alimentatore circuito-visione.* – È uguale a quello del circuito-visione del Radiofonovisore $FV_3$ e quindi tutte le parti occorrenti sono le medesime.

*Rivelazione e bassa frequenza circuito-fonia.* – Alla rivelatrice ($V_1$), montata per rivelazione con corrente di placca, segue un solo stadio in bassa frequenza per le ragioni già osservate.

*Parti occorrenti.* – 1 valvola rivelatrice (impedenza 15000 Ohm) e rispettivo zoccolo portavalvola; 1 impedenza *A.F* onda fond. 1000 m.; 1 condensatore fisso da 1000÷3000 cm. per lo shuntaggio della rivelatrice; 1 trasformatore *B.F* rapp. 1/5÷1/6; 1 valvola amplificatrice di *B.F* (impedenza 5000÷1000 Ohm); 1 commutatore bipolare $C_o$; 2 condensatori fissi da 1 $\mu F$-isol. 300 Volt, c. c.; 1 base metallica, collegamenti, viti, ecc.

*Alimentatore circuito-fonia.* – È eguale a quello del circuito-fonia del complesso Radiofonovisore $FV_1$ e quindi tutte le parti occorrenti sono le medesime.

*NB.* – Sul pannello frontale del complesso Radiofonovisore $FV_5$ va montato da una parte (visione): il comando del condensatore variabile ed il comando del rispettivo accoppiatore variabile; dall'altra parte (fonia): il comando del condensatore variabile, il

comando del rispettivo accoppiatore variabile ed il comando del commutatore $C_o$.

§ 70 *a*. RADIOVISORE $V_6$ (per onde da 9 a 200 metri). — Lo schema generale di questo complesso è rappresentato nella tav. XIII.

*Alta frequenza e rivelazione.* – Il circuito d'alta frequenza è del tipo ad amplificazione diretta con reazione sulla rivelatrice. È ad un solo stadio e consta principalmente di un trasformatore d'aereo ($T_a$) e di una valvola schermata ($V$). La rivelatrice è pure una valvola schermata ($V_1$) montata con rivelazione per corrente di griglia. Il controllo della reazione avviene a mezzo di un reostato da 4000 Ohm il quale è collegato in derivazione con l'avvolgimento di reazione del trasformatore intervalvolare $T_{r1}$.

Allo scopo di evitare il brusio, il quale in massima parte è dovuto al cattivo funzionamento del filtro dell'alimentatore, si consiglia di usare per l'alimentazione anodica delle prime due valvole una batteria separata. L'amatore però innanzi di ricorrere a detta batteria potrà dapprima provare se l'alimentazione dal raddrizzatore non produce dei visibili striamenti dell'immagine.

*Montaggio.* – La forma costruttiva dei due trasformatori di accoppiamento ($T_a$ e $T_{r1}$) è rappresentata nella fig. 183 *a* dove sono pure indicati i dati d'avvolgimento per una muta di sei trasformatori con i quali si può coprire la gamma d'onda da 9 a 200 metri.

Per le connessioni vanno osservate le lettere con cui si sono contrassegnati i morsetti dei trasformatori d'accoppiamento e che figurano anche sullo schema generale, provvedendo ad eseguire collegamenti cortissimi e fra loro eguali specialmente per quelli che uniscono la griglia collo statore del condensatore variabile e con l'induttanza. Per i collegamenti si consiglia di usare trecciola di rame molto flessibile (diam. $= 0{,}2 \div 0{,}5$ mm.) calzettata con tubo sterling o tubo di gomma, ad eccezione dei collegamenti per i filamenti delle valvole per i quali è necessario usare del conduttore di almeno 1,5 mm. di diametro.

È molto importante che lo stadio di A. F., quello rivelatore e quello di B. F. siano accuratamente schermati (fra l'avvolgimento dei trasformatori A. F. e lo schermo si mantenga una distanza di almeno 3 cm.) usando allo scopo delle scatole di lamiera d'alluminio

o di rame (spess. = 0,8÷1 mm.). Per la sistemazione delle parti si consiglia di usare un unico piano metallico ricordando che tutti i collegamenti percorsi dall'A. F. dovranno trovarsi sopra detto piano mentre i conduttori d'alimentazione saranno fatti passare al di sotto avendo cura, a montaggio ultimato, di schermare pure quest'ultimi coprendoli con un secondo piano pure metallico.

Per il buon funzionamento della reazione ed affinchè la capacità della mano non influisca sulla sintonia si raccomanda di piazzare il condensatore di fuga da 0,00025 $\mu F$ vicinissimo al reostato da 4000 Ohm.

Si ricorda inoltre che i condensatori fissi di fuga devono essere del tipo con dielettrico-mica poichè la massima parte dei condensatori con dielettrico-carta sono avvolti a spirale e presentano quindi alle onde corte una elevata reattanza induttiva la quale riduce notevolmente la capacità di fuga del condensatore stesso.

Allo scopo di evitare il manifestarsi del brusio si raccomanda di sistemare il potenziometro-partitore nell'interno dell'apparecchio il quale dovrà essere distante dall'alimentatore almeno 30 cm. avendo cura di schermare pure quest'ultimo. Notevole influenza sull'intensità del brusio ha pure la scelta delle prime due valvole e più specialmente di quella rivelatrice. Sarà bene quindi poter disporre di parecchie valvole e scegliere quelle che producono il minore brusio.

*Parti occorrenti.* – 1 muta di sei trasformatori d'aereo ($T_a$) da eseguirsi secondo il disegno costruttivo di fig. 183 *a*; 1 muta di sei trasformatori intervalvolari ($T_{r1}$) da eseguirsi secondo il disegno costruttivo di fig. 183 *a*; 2 valvole schermate ($V$ e $V_1$) con rispettivo zoccolo portavalvola; 2 condensatori variabili di precisione da 100 cm. ciascuno e rispettiva manopola di comando; 1 condensatore di taratura da 10 cm. (per l'allineamento del blocco); 1 condensatore d'aereo da 50 cm. e rispettiva manopola di comando; 1 resistenza fissa da 2000 Ohm 0,01 Amp.; 1 resistenza fissa da 1000 Ohm-0,01 Amp.; 2 resistenze fisse da 2 Mohm-0,001 Amp.; 1 resistenza fissa da 5 Mohm shuntata con un condensatore da 0,0002 $\mu F$ (per la rivelazione); 1 reostato da 4000 Ohm (per il controllo della reazione); 6 condensatori fissi dielettrico-mica da 0,01 $\mu F$; 1 base metallica; 1 scatola metallica a due scomparti; 1 pannello frontale, collegamenti, viti ecc.

*Bassa frequenza.* – È a quattro stadi. Il primo stadio è formato principalmente da una impedenza B. F. (30 H) e da una valvola a bassa impedenza (5000÷10000 Ohm). Il secondo stadio consta invece di un trasformatore B. F. rapp. 1/3 e di una valvola di potenza ($V_3$) che alimenta la sola lampada al neon ed eccita nel contempo il terzo stadio il quale è formato da un trasformatore B. F. rapp. 1/3 e da una valvola a bassa impedenza (5000-10000 Ohm). Infine il quarto stadio consta pure di un trasformatore rapp. 1/3 e di una valvola di potenza ($V_4$) che alimenta le sole bobine sincronizzanti.

Pure in questo caso, allo scopo di eliminare la resistenza compensatrice $R_x$ e di sfruttare la massima potenza dei triodi finali, per tali valvole si consiglia di usare una delle combinazioni indicate nella tab. XVI.

*Parti occorrenti.* – 1 impedenza A. F. o. f. 80 metri-0,01 Amp.; 2 condensatori fissi da 0.00025 $\mu F$; 1 impedenza B. F. da 30 Henry-0,01 Amp.; 1 potenziometro da 25 Ohm (per la messa a terra dei filamenti delle valvole nell'interno dell'apparecchio e rispettivo condensatore fisso di shuntaggio da 0,01 $\mu F$, isol. 300 Volt; 1 condensatore fisso da 0,01 $\mu F$, isol. 300 Volt; 1 resistenza fissa da 2 Mohm; 2 resistenze fisse da 0,1 Mohm-0,01 Amp.; 2 resistenze fisse da 1000 Ohm-0,01 Amp.; 2 reostati da 40 Ohm (per la messa a terra dei filamenti delle valvole di potenza nell'interno dell'apparecchio); 4 condensatori fissi da 2 $\mu F$, isol. 300 Volt; 2 valvole ($V_2$) B. F. (impedenza 5000-1000 Ohm.) e rispettivi zoccoli portavalvola; 1 valvola finale da 2 Watt-utili ($V_3$) e rispettivo zoccolo portavalvola; 1 valvola finale da 4 ÷ 5 Watt-utili ($V_4$) e rispettivo zoccolo portavalvola; 3 trasformatori B. F. rapp. 1/3; 1 altoparlante di controllo ($A_p$); 1 interruttore unipolare; 1 base metallica; 1 scatola metallica a due scomparti, collegamenti, viti, ecc.

*Alimentatore.* – È eguale a quello del circuito-visione del Radiofonovisore $FV_3$ e quindi tutte le parti sono le medesime. (Si rammenta che le resistenze inserite sui centri-filamenti del trasformatore d'alimentazione per i motivi già menzionati sono stati portati nell'interno dell'apparecchio. Di conseguenza i morsetti centrali degli avvolgimenti d'accensione di detto trasformatore possono anche essere omessi).

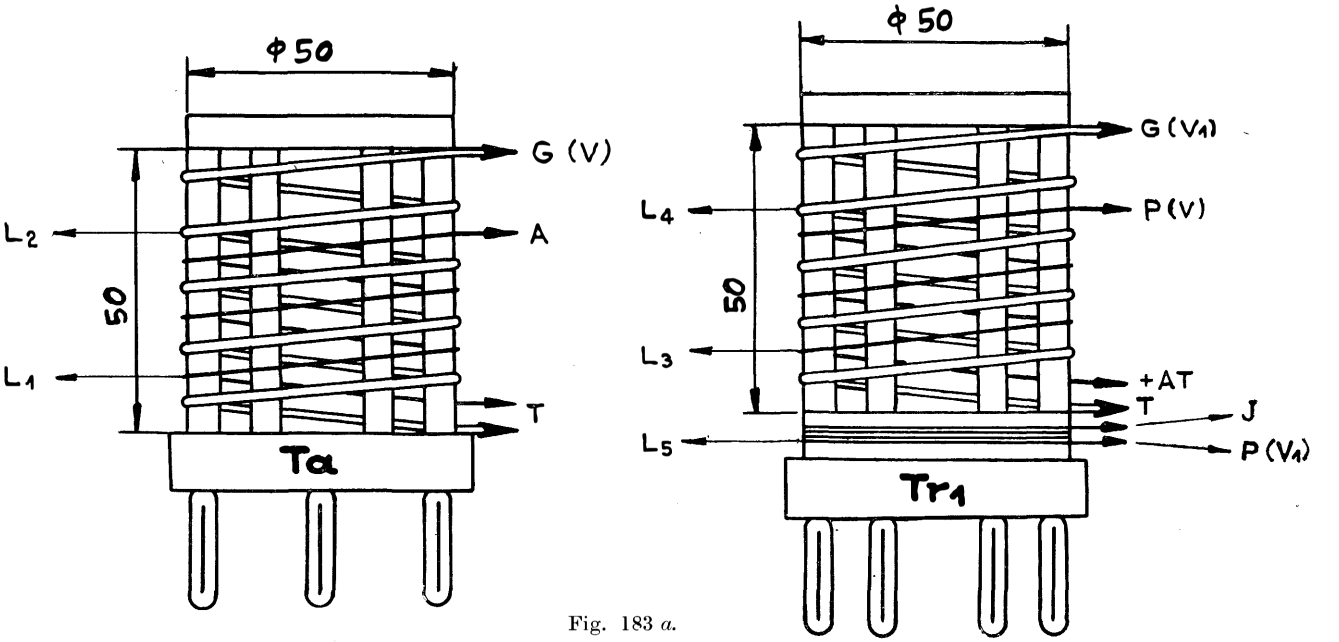



Fig. 183 *a*.

Trasformatore d'aereo (*Ta*) e trasformatore intervalvolare con terzo avvolgimento per la reazione (*Tr*).
*Materiale del sopporto*: bachelite od ebanite.

Dati d'avvolgimento.

| Campo d'onda metri | $L_1$ | | $L_2$ | | $L_3$ | | $L_4$ | | $L_5$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N. spire | ϕ Conduttore mm. | N. spire | ϕ Conduttore mm. | N. spire | ϕ Conduttore mm. | N. spire | ϕ Conduttore mm. | N. spire | ϕ Conduttore mm. |
| 9 - 15 | 1 | 0.3 - smalto | 2 | 1 - smalto | 1 | 0.3 - smalto | 2 | 1 - smalto | 1-2 | 0.3 - smalto - 1 seta |
| 14 - 25 | 2 | 0.3 - smalto | 7 | 1 - smalto | 4 | 0.3 - smalto | 7 | 1 - smalto | 3 | 0.3 - smalto - 1 seta |
| 23 - 41 | 3 | 0.3 - smalto | 13 | 1 - smalto | 8 | 0.3 - smalto | 12,5 | 1 - smalto | 5 | 0.3 - smalto - 1 seta |
| 38 - 70 | 4 | 0.3 - smalto | 22 | 1 - smalto | 14 | 0.3 - smalto | 21,5 | 1 - smalto | 8 | 0.3 - smalto - 1 seta |
| **65 - 115** | **7** | **0.3 - smalto** | **35** | **0.5 - smalto** | **24** | **0.3 - smalto** | **36** | **0.5 - smalto** | **15** | **0.3 - smalto - 1 seta** |
| 115 - 200 | 12 | 0.3 - smalto | 63 | 0.5 - smalto | 42 | 0.3 - smalto | 63 | 0.5 - smalto | 20 | 0.3 - smalto - 1 seta |

*NB.* – Sul pannello frontale del complesso Radiovisore $V_6$ vanno montati il comando del blocco condensatori variabili, il comando del condensatore d'aereo, il comando del reostato di reazione ed il comando dell'interruttore I.

### *B*) Televisori riceventi tipo a disco di Nipkow.

*Premessa.* – Ai televisori che verranno descritti in questo capitolo si può applicare qualsiasi tipo di disco esploratore del commercio purchè questo soddisfi le caratteristiche proprie al televisore sul quale dovrà essere applicato. Inoltre detto disco dovrà essere del tipo flessibile a 4 o 5 razze di diametro non superiore a 500 mm. e costruito di lamiera d'alluminio (od altro materiale egualmente leggero e flessibile) di spessore non superiore a 0,4 mm.

L'amatore desideroso di costruire da sè anche il disco può farlo con successo qualora disponga di lamiera d'alluminio crudo che sia ben piana, di un piccolo trapano e di un utensile simile a quello rappresentato nel disegno costruttivo della tav. V. Com'è visibile dallo stesso disegno, detto utensile consta principalmente di una bacchetta girevole (1 e 2) sulla cui estremità filettata, si sposta la maschera che guida la punta elicoidale del trapano. Il passo della vite corrisponde al diametro di un foro del disco in modo che, procedendo nella foratura, per ciascun foro, la maschera guida va ruotata di un giro. È ovvio che variando le costanti del disco ($A$,$B$ ed $x$) variano anche la lunghezza della bacchetta, il passo della rispettiva filettatura ed il foro della maschera guida dimodochè ciascun tipo di disco richiede la sua rispettiva bacchetta e maschera.

Per l'utensile di tav. V si sono perciò previsti due bacchette e due maschere-guida le quali permettono di eseguire tre tipi di dischi esploratori dalle seguenti caratteristiche:

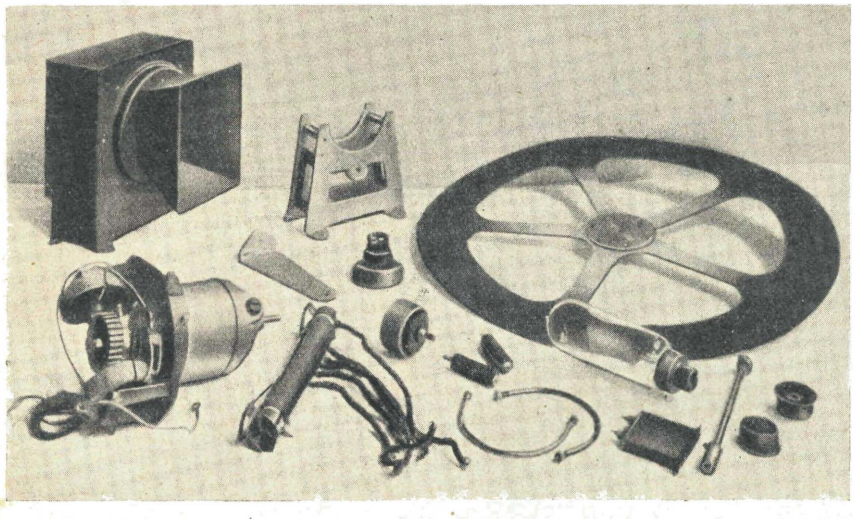
*a*) per la ricezione da Berlino: $D = 445$ mm.; $A = 30$ mm.; $B = 40$ mm.; $x = 1$ mm.; $N_f = 30$ (usando la bacchetta di pos. 1);

*b*) per la ricezione da Londra: $D = 365$ mm.; $A = 15$ mm.; $B = 35$ mm.; $x = 0{,}5$ mm.; $N_f = 30$ (usando la bacchetta di pos. 1);

*c*) per la ricezione da Roma: $D = 470$ mm.; $A = 30$ mm.; $B = 22{,}5$ mm.; $x = 0{,}5$ mm.; $N_f = 60$ (usando la bacchetta di pos. 1);

*d*) per la ricezione da Londra: $D = 500$ mm.; $A = 21$ mm.; $B = 49$ mm.; $x = 0{,}7$ mm.; $N_f = 30$ (usando la bacchetta di pos. 2).

I tipi « *a* » e « *b* » sono stati fusi in solo disco (fig. 184) allo scopo di rendere possibile la ricezione da Londra o da Berlino con lo stesso televisore senza cambiare il disco stesso. Il tipo « *d* » invece (fig. 185) permette la ricezione soltanto da Londra ma realizza per contro le massime dimensioni dell'immagine ottenibile con dischi di dia-



Parti componenti il tipo commerciale di televisore-ricevente a disco di Nipkow costruite dalla Baird Ltd (per la ricezione da Londra).

metro non superiore a 500 mm. Inoltre si è pure disegnato il tipo « *b* » (fig. 186) con il quale l'amatore può costruirsi un televisore che richieda per il suo funzionamento potenze motrici e sincronizzanti minori di quelle previste nei precitati schemi generali.

*Preparazione dei dischi e loro foratura.* – Come si è menzionato, il materiale da usarsi è lamiera d'alluminio crudo di spessore 0,3 mm. per i dischi tipo « *ab* », « *c* » e « *d* »; rispettivamente di spessore 0,2 mm. per il disco tipo « *b* ». Accertato che la lamiera sia ben piana, valendosi di un buon compasso a punte e di una squadra, sulla lamiera stessa si disegna in grandezza naturale il disco ricavandone

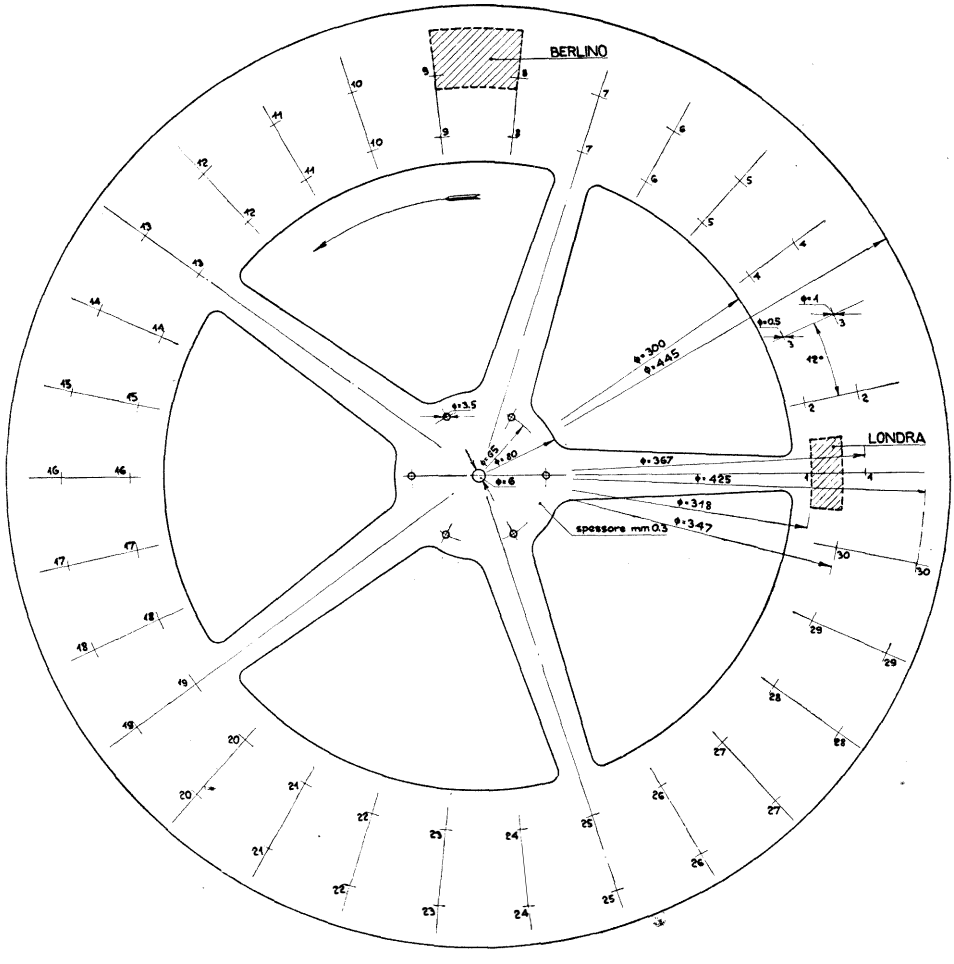



Fig. 184.

Disco esploratore a doppia spirale ($D = 445$ mm.) (Londra e Berlino).

*Caratteristiche immagine Londra*: larghezza $A = 15$ mm.; altezza $B = 35$ mm.; diametro foro $x = 0{,}5$ mm.; numero fori $N_f = 30$; numero immagini al sec. $i_s = 12{,}5$.

*Caratteristiche immagine Berlino*: altezza $A = 30$ mm.; larghezza $B = 40$ mm.; diam. foro $x = 1$ mm.; numero fori $N_f = 30$; numero immagini al sec. $i_s = 12{,}5$.

*Materiale*: lamierá d'alluminio crudo spess. = 0,3 mm.

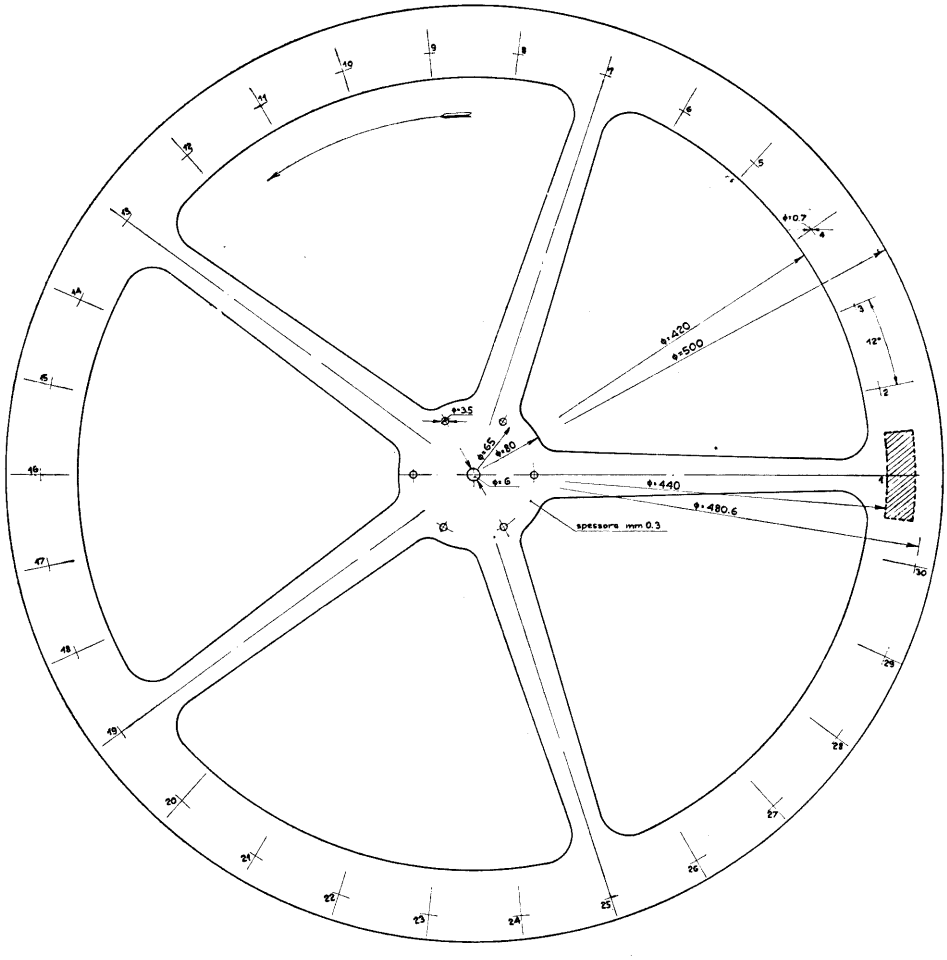



Fig. 185.

Disco esploratore a spirale semplice ($D = 500$ mm.) (Londra).

*Caratteristiche immagine*: larghezza $A = 21$ mm.; altezza $B = 49$ mm.; diam. foro $x = 0{,}7$ mm.; numero fori $N_f = 30$; numero immagini al sec. $i_s = 12{,}5$.

*Materiale*: lamiera d'alluminio crudo spess. = 0,3 mm.

la forma e le dimensioni dal rispettivo disegno costruttivo (figg. 184, 185, 185 *a* e 186). Si suddivide quindi la periferia massima del disco in $N_f$ parti eguali e si conduce per ognuna di queste parti il rispettivo raggio, incidendo mediante una punta il suo percorso almeno lungo la corona del disco (zona di foratura).

Eseguita in questo modo la tracciatura, il disco va tagliato dalla lamiera usando delle comuni cesoie per lamierino leggero non direttamente alla periferia bensì avvicinandosi a questa tagliando successivamente parecchi filetti di 2 mm. di larghezza onde evitare che il disco stesso subisca delle deformazioni permanenti.

Le razze invece devono essere ricavate col solo aiuto di un comune archetto per traforo, inquantochè l'uso della cesoia deformerebbe irremediabilmente il disco.

Ricavato il disco dalla lamiera si procede all'esecuzione dei 6 fori per il fissaggio del disco sulla rispettiva flangia ed a quella del foro centrale ricordando che, specie per quest'ultimo foro, l'esecuzione deve essere accuratissima, poichè dal centramento di tale foro e dall'esattezza del suo diametro dipende la precisione di foratura della corona ed il centramento del disco sulla rispettiva flangia porta-disco.

Si piazza quindi il disco così preparato sulla tavola porta utensile, infilandolo sul rispettivo perno e si monta l'adatta bacchetta e maschera-guida avendo cura di segnare dapprima sul disco, ed in corrispondenza ad uno dei 30 raggi, il diametro sul quale deve essere situato il primo foro. Si procede quindi alla foratura di detto foro e di quelli successivi ricordando per ciascun foro, di ruotare la maschera-guida di un giro e di osservare, prima di abbassare la punta elicoidale del trapano, che il rispettivo foro-guida venga a trovarsi esattamente sul raggio precedentemente segnato.

Eseguita la foratura si ripassa con la carta spuntiglio il disco soltanto in quei punti nei quali, durante la lavorazione si fossero formate delle bave, quindi dopo averlo ben sgrassato si procede alla verniciatura della sola corona in nero opaco, ricordando che per tale operazione non si dovrà mai ricorrere a dei processi caldi i quali, quasi sempre cagionano delle notevoli deformazioni permanenti.

Allorchè la vernice è ben secca si può procedere al fissaggio del disco con la rispettiva flangia, usando per la centratura un alberello di 6 mm. di diametro oppure la sporgenza d'albero dello stesso mo-

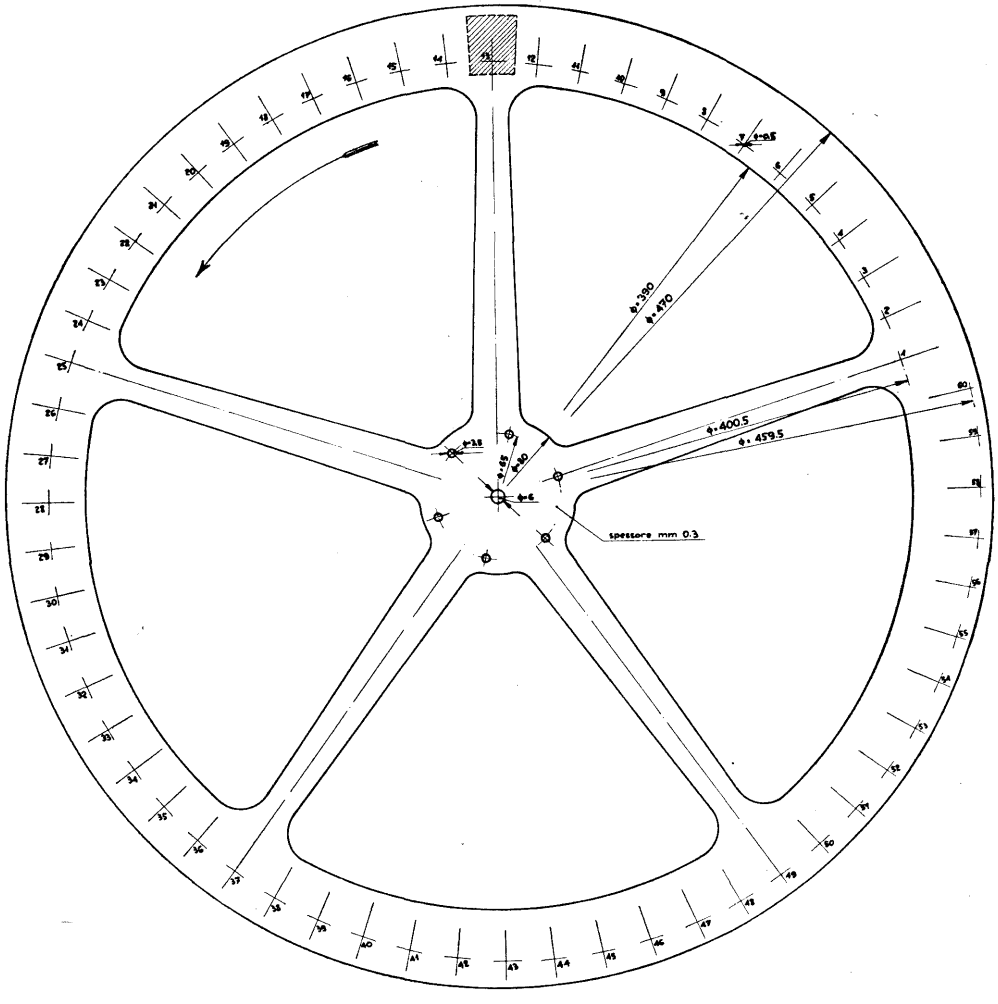



Fig. 185 *a*.

Disco esploratore a spirale semplice ($D$ = 470 mm.) (Roma).

*Caratteristiche immagine*: altezza $A$ = 30 mm.; larghezza $B$ = 22,5 mm.; diam. foro $x$ = 0,5 mm.; numero fori $N_f$ = 60; numero immagini al sec. $i_s$ = 20.

*Materiale*: lamiera d'alluminio crudo spess. = 0,3 mm.

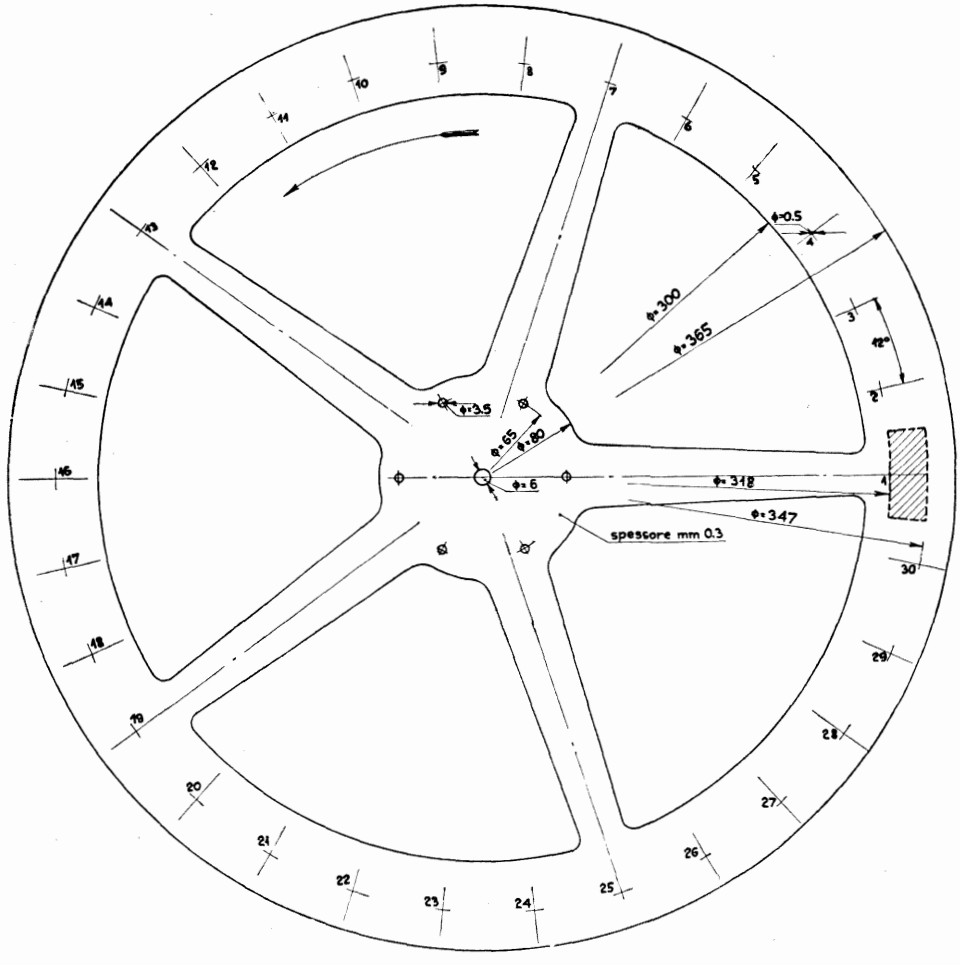



Fig. 186.

Disco esploratore a spirale semplice ($D = 365$ mm.) (Londra).

*Caratteristiche immagine*: larghezza $A = 15$ mm.; altezza $B = 35$ mm.; diam. foro $x = 0{,}5$ mm.; numero fori $N_f = 30$; numero immagini al sec. $i_s = 12{,}5$.

*Materiale*: lamiera d'alluminio crudo spess. = 0,2 mm.

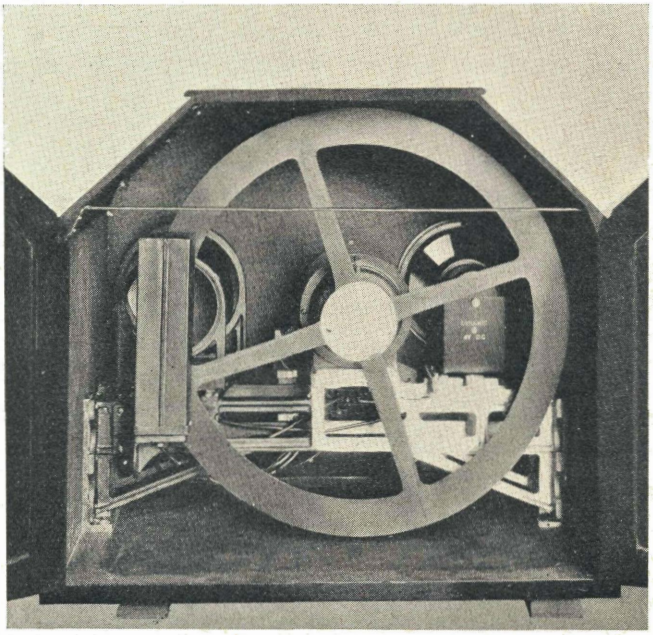
tore, osservando che verso il mozzo della flangia, sia rivolta quella faccia del disco che, nella rotazione del disco stesso nel senso delle lancette dell'orologio, (guardando dalla parte del mozzo) dia l'illusione ottica di veder la spirale esploratrice avvicinarsi al centro del disco.

Serrati i bulloncini e ritolto il disco dall'albero d'aggiustaggio si ripassano infine tutti i fori esploratori, usando un mandrino a mano, con una punta elicoidale che abbia un diametro di 0,1 mm. superiore di quello della punta usata per la foratura del disco. Con quest'ultima operazione il disco è pronto per essere montato sul rispettivo televisore.

§ 71. TELEVISORE TIPO CON SINCRONISMO A MANO PER LA RICEZIONE DA LONDRA E BERLINO (dimen. immag. Londra: $A = 15$ mm.; $B = 35$ mm.; dimens. immag. Berlino: $A = 30$ mm.; $B = 40$ m.). — Questo televisore funziona soddisfacentemente qualora si disponga, per l'alimentazione del motore, di una tensione le cui variazioni non sorpassino il 2%. Altrimenti il televisore richiede durante la ricezione una paziente e continua sorveglianza affinchè non si disincronizzi. Però la mancanza delle bobine sincronizzanti rende questo televisore adatto a funzionare con un apparecchio radio che dia soltanto 2 Watt-utili cioè una potenza utile disponibile in quasi tutti gli apparecchi radio del commercio. All'amatore desideroso di costruire pure il complesso radio si consiglia di usare lo schema del complesso Radiovisore $V_1$ il quale si presta ottimamente a tale scopo.

*Parti occorrenti.* – Secondo il disegno di montaggio rappresentato nella tav. VI le parti occorrenti sono: 1 disco esploratore a doppia spirale (1) per la ricezione da Londra e Berlino, da eseguirsi secondo il disegno costrutt. di fig. 184; 1 motore (2) da 8 ÷ 10 Watt-resi (750 giri) ed a una sola sporgenza d'albero; 2 lampade al neon (3) tipo a placca luminescente (dimensioni minime della placca: 30 × 40 mm.) con rispettivi zoccoli portalampada; 2 paraluce a tronco di piramide (4) da eseguirsi con lamiera d'alluminio o di ferro (spess. 0,5÷0,3 mm.) e da verniciarsi in nero opaco; 2 maschere limitatrici (5) una con finestra da 15 × 35 mm. l'altra con finestra da 30 × 40 mm. da eseguirsi con lamiera d'alluminio o di ferro (spess. 0,5÷0,3 mm.) e da verniciarsi in nero opaco; 1 resistenza semifissa (6) da 300

Ohm - 0,6 Amp. per la messa a punto della velocità del motore a 750 giri; 1 reostato (7) da 10 Ohm - 0,6 Amp. per la messa in sincronismo del televisore; 1 comando a vite (8) regolatore di tensione della fune-freno per mantenere manualmente il sincronismo; 2 occhielli-guida (9) per detta fune; 1 morsettiera (10) per i collegamenti fra televisore e circuito radio; 1 cavalletto (11) per il sostegno



Apparecchio fonovisore (vista posteriore).

del motore, da eseguirsi con lamiera di ferro spess. = 2 mm.; 1 flangia porta disco (12) da eseguirsi secondo il disegno costruttivo di figura 187; 1 intelaiatura (13) per il sostegno delle lampade al neon e delle maschere limitatrici da costruirsi con lama di ferro da 20 × 2 mm.; 1 commutatore bipolare (14) per smistare il segnale visione dalla lampada neon Berlino alla lampada neon Londra o viceversa; 1 base (15) di marmo od ardesia delle dimensioni 500 × 250 × 20 mm.; 1 eventuale cassetta protettrice, collegamenti, viti, ecc.

*Montaggio.* – Si prepara anzitutto l'intelaiatura di sostegno con i rispettivi paraluce ed il sopporto del motore. Indi, appoggiando

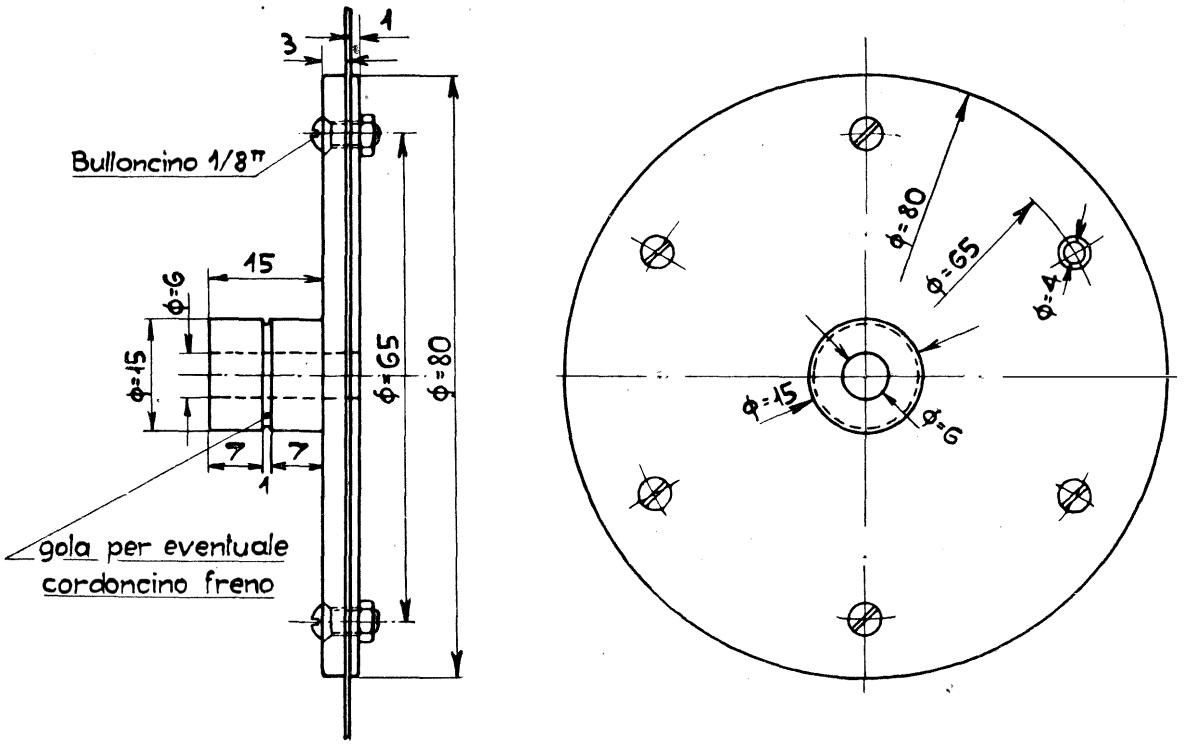



Fig. 187.

Flangia portadisco.

*Materiale*: alluminio o bronzo.

detti pezzi sulla base, si segnano i rispettivi fori di fissaggio eseguendo tale operazione pure per gli altri pezzi che devono venir fissati sulla stessa base. Eseguita la foratura della base, si fissa dapprima il sopporto col rispettivo motore e si monta provvisoriamente il disco onde verificare se il disco ruota nel proprio piano e se alla velocità di 750 giri non genera delle vibrazioni.

Dopo tale verifica, si fissa l'intelaiatura-sostegno in modo che il disco ruotando non sfreghi contro l'intelaiatura stessa. Può accadere però che soltanto durante l'avviamento si verifichi detto sfregamento il quale cessa quando il disco ha raggiunto la velocità normale; in tale caso si consiglia di incollare sull'intelaiatura dove avviene il contatto dei pezzi di feltro i quali elimineranno il rumore prodotto da detto sfregamento. L'intelaiatura deve essere fissata in modo che le due finestre limitatrici scoprano esattamente il percorso di tutti i fori della rispettiva spirale esploratrice (Londra: spirale interna a destra; Berlino: spirale esterna in alto).

Fissata quindi l'intelaiatura ed il sopporto del motore, per procedere all'esecuzione dei collegamenti e all'aggiustaggio delle lampade al neon, si consiglia di smontare il disco affinchè questo, durante tale lavoro, non venga inavvertitamente danneggiato. Le lampade al neon, vanno sistemate in modo da risultare con la placca parallela al disco e coprire esattamente le rispettive finestre limitatrici [1].

Eseguito l'aggiustaggio delle lampade al neon, rimontato il disco ed applicata la fune-freno (usare a tale scopo una cordina di fibra animale) il televisore è pronto per la prova di ricezione (ved. § 74).

§ 72. Televisore tipo con sincronismo semiautomatico per la ricezione da Londra e Berlino (dimen. immag. Londra: $A = 15$ mm.; $B = 35$ mm.; dimens. immag. Berlino: $A = 30$ mm.; $B = 40$ mm.). — Questo televisore funziona soddisfacentemente qualora durante la ricezione la tensione che alimenta il motore non subisca della variazioni superiori al 6% e le condizioni atmosferiche siano buone. Altrimenti, qualunque sia la potenza sincroniz-

[1] L'amatore può anche impiegare una sola lampada al neon, creando un dispositivo che li permetta di ruotare la lampada stessa in corrispondenza delle rispettive finestre limitatrici.

zante disponibile, il televisore, perde facilmente il passo richiedendo un ulteriore messa in sincronismo. Per la ricezione di televisione da stazioni locali o vicine lo scarto di tensione può raggiungere anche l'8% senza che il televisore esca di sincronismo. La potenza utile da immettersi nelle rispettive bobine sincronizzanti dev'essere comunque di almeno 4 Watt-utili, quindi, considerando i due Watt assorbiti dalla lampada al neon, il rispettivo apparecchio radio deve fornire almeno 6 Watt-utili.

All'amatore che desideri costruire pure il complesso radio si consiglia, per il buon funzionamento di questo televisore, di usare uno degli schemi dei complessi radiovisori o radiofonovisori già descritti o almeno di adottare una delle rispettive basse frequenze, poichè almeno finora non vi sono in commercio degli apparecchi radio che diano effettivamente la suddetta potenza utile senza provocare distorsioni.

*Parti occorrenti.* – Secondo il disegno di montaggio rappresentato nella tavola VII le parti occorrenti risultano: 1 disco esploratore a doppia spirale (1) per la ricezione da Londra e Berlino da eseguirsi secondo il disegno costruttivo di fig. 184; 1 motore (2) da 8÷10 Watt-resi (750 giri) ed a una sola sporgenza d'albero; 1 ruota sincrona con comando di fase (3) da eseguirsi secondo il disegno costruttivo di tav. VIII; 2 lampade al neon (4) tipo a placca luminescente (dimensioni minime della placca: 30×40 mm.) con rispettivi zoccoli portalampada e sopporti di sostegno; 2 paraluce a tronco di piramide (5) da eseguirsi con lamiera d'alluminio o di ferro (spessore 0,5÷0,3 mm.) e da verniciarsi in nero opaco; 2 lenti per detti (lente tipo piano convessa diam. 100 mm., raggio curv. 60÷80 mm.); 1 resistenza semifissa (6) da 300 Ohm - 0,6 Amp. per la messa a punto della velocità del motore a 750 giri; 1 reostato (7) da 10 Ohm - 0,6 Amp. per la messa in sincronismo del televisore; 1 commutatore bipolare (8) per smistare il segnale-visione dalla lampada neon Berlino alla lampada neon Londra o viceversa; 1 morsettiera (9) per i collegamenti fra televisore e circuito radio; 2 maschere limitatrici (10) una con finestra da 15×35 mm. (Londra) l'altra con finestra da 30×40 mm. (Berlino) da eseguirsi con lamiera d'alluminio o di ferro (spess. 0,5÷0,3 mm.) e da verniciarsi in nero opaco; 1 cavalletto sostegno-motore (11) da eseguirsi con lamiera di ferro spes-

sore 2 mm. ; 1 flangia portadisco (12) da eseguirsi secondo il disegno costruttivo di fig. 187 ; 1 base di marmo od ardesia dalle dimensioni $520 \times 280 \times 20$ ; 1 condensatore da 0,1 $\mu F$ - isol. 500 Volt per lo shuntaggio delle bobine sincronizzanti ; 1 cassetta protettiva (15) da eseguirsi in legno od in lamiera di ferro spess. = 1 mm. ; collegamenti, viti, ecc.

*Costruzione della ruota sincrona.* – La forma ed i dati costruttivi della ruota sincrona risultano dalla tav. VIII. Il sostegno dello statore può essere costruito sia in alluminio che in bronzo mentre i nuclei delle bobine sincronizzanti, la rispettiva lama d'attacco ed il rotore devono essere di ferro dolce preferibilmente laminato. È pure indispensabile che i denti siano fresati come dal disegno, inquantochè la fresatura tipo ingranaggio per ragioni magnetiche ben evidenti, darebbe uno scarso risultato.

Cura particolare va inoltre prestata all'esecuzione delle bobine sincronizzanti. L'anima del rocchetto deve essere robusta e si userà allo scopo del cartone prespan oppure dell'ebanite od anche della bachelite. L'avvolgimento (per i rispettivi dati costruttivi ved. tab. VIII) va eseguito sul tornio interponendo fra strato e strato oppure ogni 2 o 3 strati della carta paraffinata ed eseguendo i capi filo con trecciola flessibile. Le due bobine vanno collegate in serie osservando che i rispettivi poli risultino di segno contrario.

*Montaggio del televisore.* – Si prepara anzitutto la cassetta protettiva eseguendola in modo che il panello anteriore e quello posteriore possano essere facilmente smontati indi, eseguito nella base il canale per il disco, la s'introduce nella cassetta protettiva appoggiandovi tutte le parti che dovranno essere fissate alla base stessa e si procede alla marcatura dei fori di fissaggio. Detti fori, specialmente quelli del sopporto di sostegno e quelli del sostegno-ruota sincrona, sarà bene eseguirli di un diametro un po' superiore a quello del rispettivo bulloncino di fissaggio affinchè durante il montaggio si possa disporre di un giuoco d'aggiustaggio onde poter centrare la ruota sincrona nel rispettivo traferro.

Eseguita la foratura si procede al montaggio delle parti ed all'aggiustaggio delle maschere limitatrici e delle rispettive lampade al neon rispetto al disco avendo cura di incollare su dette maschere (dalla parte rivolta verso il disco) una cornice di panno sottile allo

scopo di evitare all'atto dell'avviamento possibili sfregamenti del disco contro le maschere stesse. Per l'aggiustaggio delle maschere si ricorda che le rispettive finestre devono scoprire il percorso di tutti i fori della rispettiva spirale esploratrice (Londra: spirale interna a destra; Berlino: spirale esterna in alto).

Cura particolare va inoltre prestata all'aggiustaggio della ruota sincrona. Infatti la ruota a denti deve essere ben centrata nel traferro e quest'ultimo non deve essere superiore a 0,3 mm. (radiale). Se la ruota sincrona ed il sopporto di sostegno del motore sono stati ben costruiti, detto aggiustaggio risulta facile specialmente se la base del televisore è di marmo.

Fissate ed aggiustate tutte le parti, prima di eseguire i collegamenti si verifica se il disco ruota nel proprio piano, se alla velocità di 750 giri non dà luogo a delle vibrazioni e se la ruota a denti non sfrega contro le espansioni polari delle statore. Dopo tale verifica e dopo aver eseguito, coi dovuti riguardi per il disco, i collegamenti, il televisore è pronto per la prova di ricezione (ved. § 74).

§ 73. Televisore tipo con sincronismo semiautomatico per la ricezione da Londra (dimens. immag.: $A = 21$ mm.; $B = 49$ mm.). — Per le generali condizioni di buon funzionamento di questo televisore vale quanto si è detto già per il tipo precedente.

*Parti occorrenti.* – 1 disco esploratore a spirale semplice (1) per la ricezione da Londra, da eseguirsi secondo il disegno costruttivo di fig. 185; 1 motore (2) da $8 \div 10$ Watt-resi a due sporgenze d'albero e a carcassa oscillante; 1 ruota sincrona (3) da eseguirsi secondo il disegno costruttivo di tav. XI; 1 lampada al neon (5) tipo a placca luminescente (dimens. minime della placca: $30 \times 50$ mm.) con rispettivi zoccoli portalampada e cavalletti-sostegno; 1 magnificatore ottico (6) da eseguirsi secondo il disegno costruttivo di tavola XII; 1 lente per detto (tipo piano convessa diam. 100 mm., raggio curv. 80-110 mm.); 1 resistenza semifissa (11) da 300 Ohm - 0,6 Amp. per la messa a punto della velocità del motore a 750 giri; 1 reostato (12) da 10 Ohm - 0,6 Amp. per la messa in sincronismo del televisore: 1 condensatore (13) da 0,1 $\mu F$ - isol. 300 Volt per lo shuntaggio delle bobine sincronizzanti. 1 flangia portadisco (14) da eseguirsi secondo il disegno costruttivo di fig. 187; 1 base (15)

di marmo o ardesia delle dimensioni 680 × 275 × 20 mm.; 4 piedini-sostegno (16) per detta; 1 eventuale cassetta protettiva di legno o lamiera di ferro, collegamenti, viti, ecc.

*Costruzione della ruota sincrona e del comando di fase.* – Poichè in questo caso lo statore della ruota sincrona è fisso con la carcassa del motore, si è realizzato il comando di fase nella maniera illustrata nella tav. XI ruotando cioè la carcassa di detto motore. L'applicazione della ruota sincrona al motore è rappresentato nella tav. X dove figurano pure tutti i dati costruttivi della ruota stessa. Si rammenta che i nuclei delle bobine sincronizzanti, la rispettiva lama d'attacco ed il rotore devono essere di ferro dolce possibilmente laminato. È pure indispensabile che i denti siano fresati come dal disegno inquantochè la fresatura del tipo ingranaggio per ragioni magnetiche ben evidenti, darebbe un scarso risultato.

Per l'esecuzione delle bobine sincronizzanti vanno osservati gli accorgimenti descritti nei paragrafi precedenti.

*Magnificatore ottico.* – L'aspetto costruttivo del magnificatore ottico è rappresentato nella tab. XII. Si è prevista una sola lente allo scopo di ottenere una maggiore luminosità dell'immagine. Com'è visibile dal disegno, la parete di fondo del magnificatore, fungendo da maschera limitatrice dev'essere particolarmente curata affinchè la rispettiva finestra (21 × 49 mm.) risulti alla giusta altezza dal piano di base. Per la costruzione della scatola e del paraluce, si consiglia di impiegare lamiera di ferro dello spess. 0,6 ÷ 1 mm. provvedendo, a lavoro ultimato, a verniciare le parti metalliche in nero opaco sia internamente che esternamente.

*Montaggio del televisore.* – Si prepara anzitutto la base eseguendo il canale per il disco e applicandovi i rispettivi piedini di sostegno. Quindi appoggiando sulla base il gruppo motore-ruota-sincrona-disco esploratore ed il magnificatore ottico si segnano i fori di fissaggio eseguendo una simile operazione pure per gli altri pezzi che devono venir fissati alla base stessa. Eseguita la foratura della base si fissa dapprima il suddetto gruppo onde verificare se il disco ruota nel proprio piano e se alla velocità di 750 giri non produce delle vibrazioni.

Dopo tale verifica si fissa il magnificatore e la lampada al neon osservando che nella rotazione il disco non sfreghi contro queste due ultime parti. Può accadere però che all'atto dell'avviamento

soltanto si verifichi detto sfregamento il quale cessa quando il disco ha raggiunto la velocità normale; in tale caso se l'inconveniente deriva dal magnificatore, si consiglia di incollare, dove avviene il contatto, dei pezzi di feltro i quali elimineranno il rumore prodotto da detto sfregamento. Se è cagionato invece dalla lampada al neon, questa può venir allontanata dal disco di parecchi millimetri poichè questa distanza non influisce in maniera sensibile sulla luminosità dell'immagine.

Nel fissare il magnificatore, rispetto al disco, la finestra limitatrice deve risultare in posizione tale da scoprire esattamente il percorso di tutti i fori della spirale esploratrice del disco.

Fissate nel suesposto modo tutte le parti, per l'esecuzione dei collegamenti si consiglia si smontare il disco affinchè questo durante tale lavoro non venga inavvertitamente danneggiato. Eseguito quest'ultimo lavoro e rimontato il disco il televisore è pronto per la prova di ricezione (ved. § 74).

§ 73 *a*. TELEVISORE CON SINCRONISMO SEMIAUTOMATICO PER LA RICEZIONE DA ROMA (dimens. immag.: $A = 30$ mm.; $B = 22{,}5$ mm.). — Per le generali condizioni di buon funzionamento di questo televisore vale quanto si è già detto al paragrafo precedente.

*Parti occorrenti.* – Secondo il disegno di montaggio rappresentato nella tav. XIV le parti occorrenti risultano: 1 disco esploratore a spirale semplice (1) per la ricezione da Roma da eseguirsi secondo il disegno costruttivo di fig. 185 *a*; 1 motore (2) da $8 \div 10$ Watt-resi (1200 giri) ed a una sola sporgenza d'albero; 1 ruota sincrona con comando di fase (3) da eseguirsi secondo il disegno costruttivo di tav. XV; 1 lampada al neon (4) tipo a placca luminescente (dimensioni minime della placca: $30 \times 40$ mm.) con rispettivo zoccolo portavalvola e piedino di sostegno; 1 paraluce a tronco di piramide (5) da eseguirsi con lamiera di ferro o di alluminio (spess. $= 0{,}5 \div 0{,}8$ mm.) e da verniciarsi in nero opaco; 1 lente per detto (lente tipo biconvessa diam. $= 120$ mm., raggio curv. $= 140 \div 200$ mm.); 1 resistenza semifissa (6) da 150 Ohm$\div$0,6 Amp. per la messa a punto della velocità del motore a 1200 giri; 1 reostato (7) da 10 Ohm$\div$0,6 Amp. per la messa in sincronismo del televisore; 1 morsettiera (8) per i collegamenti fra televisore ed apparecchio radio;

1 maschera limitatrice (9) con finestra da $30 \times 22,5$ mm. da eseguirsi con lamiera d'alluminio o di ferro (spess. $= 0,5 \div 0,8$ mm.) e da verniciarsi in nero opaco; 1 cavalletto sostegno motore (10) da eseguirsi con lamiera di ferro spessore 2 mm.; 1 flangia portadisco (11) da eseguirsi secondo il disegno costruttivo di fig. 187; 1 base di marmo od ardesia delle dimensioni $529 \times 280 \times 20$ mm.; 1 condensatore da 0,5 $\mu F$, isol. 500 Volt per lo shuntaggio delle bobine sincronizzanti; 1 cassetta protettiva da eseguirsi in legno od in lamiera di ferro spess. = 1 mm.; collegamenti, viti, ecc.

*Costruzione della ruota sincrona.* – La forma e i dati costruttivi della ruota sincrona risultano dalla tav. XV. Per la sua costruzione si consideri quanto si è già detto al paragrafo 72.

*Montaggio del televisore.* – Pure per il montaggio di questo televisore vale quanto si è già detto al paragrafo 72.

## *C*) ISTRUZIONI PER LA RICEZIONE.

§ 74. – SINCRONIZZAZIONE. — Eseguiti i collegamenti fra televisore e apparecchio radio secondo lo schema adottato, si verifica se la placca della lampada al neon è interamente coperta di luminescenza. Può accadere che, anzichè la placca, diventi luminescente il telaio (anodo) nel qual caso è necessario invertire i conduttori che alimentano la lampada stessa. Riportata in tal modo la luminescenza sulla placca, mediante un voltmetro si controlli la tensione agli estremi della lampada, che dev'esser quella di accensione, prescritta dal fabbricante. Quindi si sintonizza il circuito visione sulla stazione emittente fino ad udire nell'alto parlante (o nel telefono di controllo se il complesso radio è soltanto radiovisore) con la massima intensità una nota costante accompagnata da un trillo che è il segnale caratteristico dell'emissione di televisione. Si smista allora il segnale alla lampada neon regolandone l'intensità a mezzo del potenziometro regolatore del volume in modo che le variazioni di luminosità della neon siano massime evitando però che la lampada produca delle vibrazioni sonore per effetto del segnale stesso.

A questo punto si avvia il disco (guardando l'immagine il senso di rotazione deve essere contrario a quello delle lancette dell'orologio e la spirale esploratrice deve dare l'illusione ottica dell'avvi-

cinamento al centro del disco) lasciando interamente inserito il reostato da 10 Ohm. Osservando la lente del magnificatore durante il periodo dell'avviamento, si vedranno susseguirsi le fasi del sincronismo secondo le figg. 188, 189, 190 e 191 le quali rappresentano le

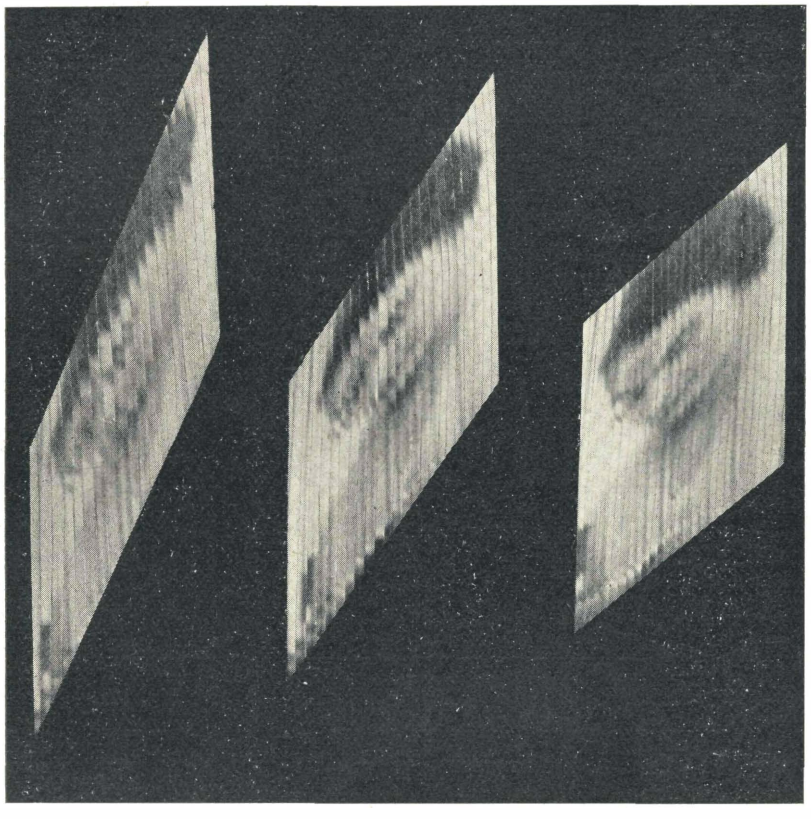


Fig. 188. Fig. 189. Fig. 190.

Alcune fasi del sincronismo (secondo l'esplorazione verticale).

Fig. 188: l'immagine a 450 giri; fig. 189: l'immagine a 550 giri; fig. 190: l'immagine a 650 giri.

immagini che si formano sul disco quando questa ruota rispettivamente a 450 giri, 550 giri, 650 e 730 giri.

Ora, durante detta osservazione si possono verificare due casi e cioè, il disco o si mantiene alla velocità di 730 giri oppure la sua velocità continua ad aumentare sorpassando pure i 750 giri (figg. 192 e 193). Nel primo caso si disinserisce lentamente il reostato da

10 Ohm fino a che l'immagine nel magnificatore risulta come nella fig. 192, lasciando poi alla ruota sincrona il compito di mantenere l'identità di velocità, se il televisore e del tipo con sincronismo semi-automatico, oppure regolando la tensione della fune-freno se il televisore è del tipo con sincronismo a mano. Nel secondo caso invece è necessario regolare la resistenza semifissa da 300 Ohm (mantenendo il reostato da 10 Ohm tutto inserito) fino a che l'immagine

Fig. 191. Fig. 192. Fig. 193.
Alcune fasi del sincronismo (secondo l'esplorazione verticale).
Fig. 191: l'immagine a 730 giri; fig. 192: l'immagine a 750 giri (in fase); fig. 193: l'immag. a 800 giri.

nel magnificatore risulta come nella figura 191. A tale punto si blocca definitivamente la resistenza semifissa poichè per la messa in passo (fig. 192) del televisore risulta sufficiente la manovra del solo reostato da 10 Ohm.

Ottenuta nel suesposto modo l'identità di velocità del disco ricevitore con quello trasmettitore, può altresì accadere che l'immagine anzichè stabilizzarsi nel magnificatore come risulta dalla fig. 192 si stabilizzi invece fuori di fase come risulta dalle fig. 194, 195 e 196.

Ora se l'immagine si stabilizza come nella fig. 194 si dice che l'immagine è « saltata » e lo sfasamento corrispondente risulta di

$\pm 6^{o}$ (piccolo sfasamento). La messa in fase si ottiene facilmente, manovrando il comando di fase della ruota sincrona (nel caso di un televisore del tipo con sincronismo a mano, aumentando o diminuendo la tensione della fune freno).

Se invece l'immagine si stabilizza come nella fig. 196 si dice che l'immagine è « sfalzata » e lo sfasamento corrispondente risulta di $\pm 180^{o}$ (grande sfasamento). La messa in fase si ottiene in questo caso manovrando molto lentamente il reostato da 10 Ohm fino a che l'immagine diventa come in fig. 192 (1).

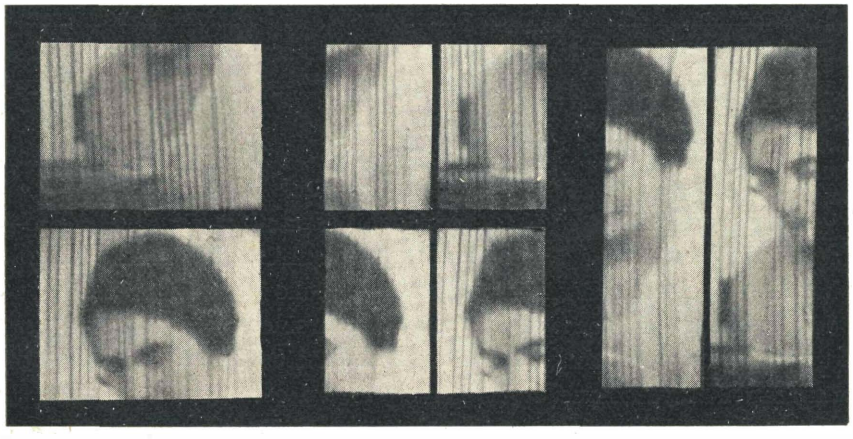


Fig. 194. Fig. 195. Fig. 196.
Immagini sfasate (secondo l'esplorazione verticale).

Fig. 194: immagine « saltata » (sfasamento = $\pm$ 6°); fig. 195: immagine « sfalzata » (sfasamento = $\pm$ 180°); fig. 196: immagine « saltata » e « sfalzata » (sfasamento = $\pm$ 186°).

Infine se l'immagine si stabilizza come in fig. 195 si hanno contemporaneamente i due casi precedenti e la messa in fase si ottiene sia manovrando il comando di fase che il reostato, avendo però sempre cura di manovrare quest'ultimo lentamente affinchè l'accelerazione, positiva o negativa, che si imprime al disco con la manovra di detto reostato, risulti tale da permettere al disco stesso di mantenersi al passo.

Sincronizzato il televisore si potrà ancora ritoccare il potenzio-

(1) Si rammenta che nell'esplorazione orizzontale (Roma e Berlino) al « piccolo sfasamento » corrisponde l'immagine « sfalzata » ed al « grande sfasamento » corrisponde l'immagine « saltata ».

metro regolatore del volume fino a che l'immagine assume un giusto grado di morbidezza il quale è facilmente riconoscibile, poichè ad esso corrisponde la massima percezione dei dettagli. Dopo tale operazione, qualora il complesso radio disponga pure del circuito-fonia e se l'emissione di televisione è pure accompagnata dai suoni si passerà alla sintonizzazione del rispettivo circuito regolando il volume dei suoni in modo che questi non risultino d'intensità troppo rilevante in paragone alle dimensioni dell'immagine.

§ 75. Difetti di funzionamento e loro eliminazione. — Può accadere che durante la prima prova di ricezione il televisore non si comporti esattamente nella maniera sopradescritta, ma che manifesti dei difetti preliminari i quali impediscono di procedere alla sincronizzazione del televisore stesso.

Poichè parte di tali difetti possono essere attribuiti a delle cause esterne e quindi non facilmente eliminabili, come per esempio i disturbi parassitari ed il fading i quali saranno facilmente riconosciuti dall'amatore sia per manifestarsi sull'immagine di chiazze luminose, nel caso di disturbi atmosferici, che per lo sdoppiamento dell'immagine, nel caso del fading, si esamineranno soltanto quei difetti che possono essere inconsapevolmente cagionati dall'amatore durante la lavorazione ed il montaggio del complesso radiovisore.

Tali difetti si manifestano attraverso l'immagine e quindi possono essere facilmente localizzati ed eliminati. Pertanto gli effetti che essi producono sull'immagine si riassumono nei seguenti.

*Immagine capovolta* (fig. 197[2]). – È dovuta al fatto che il senso di esplorazione nel ricevitore (fig. 197[1] *b*) è inverso di quello del trasmettitore (fig. 197[1] *a*). Per raddrizzare l'immagine occorre smontare il disco, rimontarlo rovesciato e cambiare il senso di rotazione del motore.

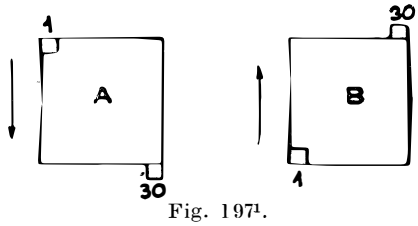


Fig. 197[1].

*Immagine invertita.* – Si riconosce questo difetto soltanto quando si ricevono le didascalie inquantochè le lettere risultano invertite analogamente ad uno scritto riflesso da uno specchio. Per invertire l'immagine occorre smontare il disco e rimontarlo rovesciato lasciando inalterato il senso di rotazione del motore.

*Immagine distorta* (fig. 198). – È dovuta al fatto che qualche foro del disco non si trova esattamente sul rispettivo raggio di fase e quindi tale difetto è eliminabile soltanto sostituendo il disco con un altro nel quale la spirale esploratrice sia più precisa.

*Immagine attraversata da righe nere* (fig. 199). – È dovuta al fatto che qualche foro del disco non è radialmente equidistante da quelli vicini e quindi pure in questo caso il difetto non può essere

Fig. 197[2]. Fig. 198. Fig. 199.

Difetti dell' immagine dovuti a cause meccaniche (secondo l'esplorazione verticale).

Fig. 197[2]: errato montaggio del disco ed errato senso di rotazione del motore; figg. 198 e 199: foratura imprecisa del disco.

eliminato che sostituendo il disco con un altro che abbia una spirale esploratrice più precisa.

*Immagine coperta da punti luminosi irregolari* (fig. 200). – È dovuta alla presenza (nel segnale visione) di oscillazioni provocate da rilevanti disturbi prodotti da sorgenti elettriche vicine, come per esempio apparecchi di elettromedicina, macchine elettriche, insegne luminose al neon ecc. Tale difetto come è noto non può essere eliminato che proteggendo direttamente le rispettive sorgenti perturbatorie (1).

(1) Il difetto può essere pure dovuto al cattivo funzionamento del filtro del motorino. Si raccomanda perciò di usare le capacità prescritte ($2 \times 0{,}1 \div 2\ \mu F$. - isol. 1000 $V$ c. a.) e di non mettere a terra la massa del motorino stesso.

*Immagine negativa* (fig. 201). – È dovuta al fatto che la lampada al neon funziona per assorbimento invece che per emissione, cioè i due vettori f. e. m. del segnale in arrivo (tensione modulatrice) e f. e. m. di alimentazione (tensione acceleratrice) anzichè essere in fase sono in opposizione. Per rendere l'immagine positiva è sufficiente invertire gli attacchi (primari o secondari) di uno qualunque dei trasformatori di bassa frequenza.

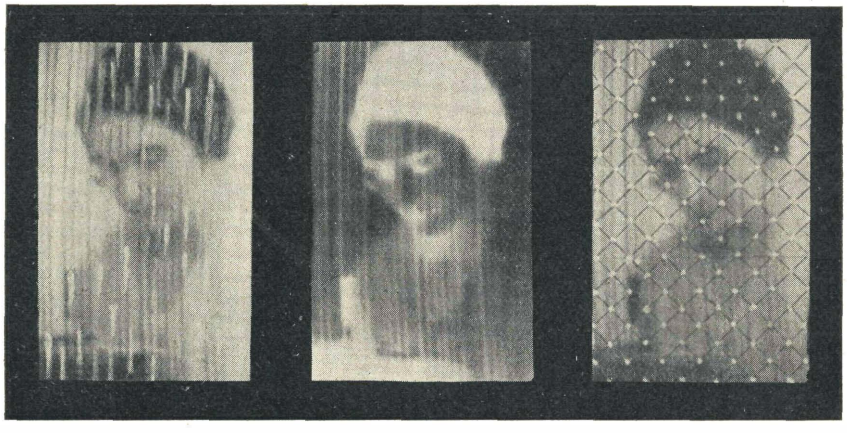


Fig. 200. Fig. 201. Fig. 202.

Difetti dell'immagine dovuti a cause elettriche (secondo l'esplorazione verticale).

Fig. 200: perturbazioni elettriche esterne; fig. 201: errata inserzione della lampada al neon nel circuito *B.F*; fig. 202: oscillazioni di alta e bassa frequenza.

*Immagine coperta da punti luminosi regolari* (fig. 202). – Può essere dovuta sia ad oscillazioni che si manifestano nel proprio apparecchio radio (oscillazioni di alta e bassa frequenza) che alla mancanza della presa di terra o per effetto di una terra cattiva che al manifestarsi di una scarica lenta in qualche condensatore od in qualche altra parte del complesso radio che sia sottoposta all'alta tensione. In tal caso la localizzazione del difetto, ad eccezione che esso non sia dovuto ad una reazione troppo spinta, è più laboriosa poichè non rimane a tale scopo che verificare per singole parti i vari circuiti.

# TELEVISIONE
# RADIOVISIONE

## CONSULENZA TECNICA

PER APPARECCHI TRASMETTITORI
E RICEVITORI DI QUALUNQUE SISTEMA

ING. ARTURO CASTELLANI

20 • VIA GRAN SASSO • 20

MILANO (132)

# MARELLI

**MACCHINE ELETTRICHE D'OGNI POTENZA**

MOTORINI SPECIALI
PER RADIOVISIONE E
RADIOTRASMISSIONE

Alternatori ad alta frequenza
Gruppi convertitori per telefonia

Motori - Dinamo - Alternatori
Trasformatori - Pompe - Ventilatori

**ERCOLE MARELLI & C. - S. A.**
**MILANO**
CORSO VENEZIA 22 — CASELLA POSTALE 1254

# Esperimentatori, Dilettanti!

Nelle Vostre esperienze di televisione utilizzate solo le

## "Valvole Joniche Telefunken"

che hanno permesso il primo esperimento commerciale di televisione fra l'Europa e l'America con il sistema

## "Telefunken-Karolus"

*CELLULE FOTOELETTRICHE SPECIALI PER OGNI SCOPO ED APPLICAZIONE*

Chiedeteci listini, opuscoli, illustrazioni ecc.

SIEMENS SOCIETÀ ANONIMA

REPARTO VENDITA RADIO SISTEMA TELEFUNKEN

3, VIA LAZZARETTO - MILANO (118) - VIA LAZZARETTO, 3

FILIALE: ROMA - VIA FRATTINA, 50-51

**Per lo sperimentatore esigente:**

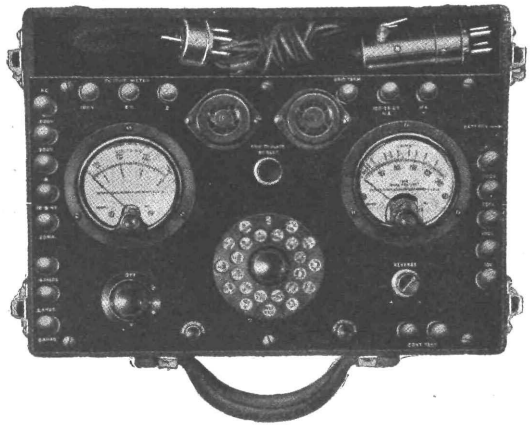
Cellula fotoelettrica a gas tipo 3531
Lampada al "Neon" ---- tipo 3500

**Due insuperabili prodotti della**

# PHILIPS-RADIO

**VIA BIANCA DI SAVOIA 20**

**MILANO**



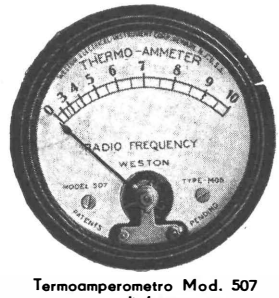
Radio Set Tester Weston Mod. 565 e 566 per la verifica di qualsiasi apparecchiatura di radio.

Strumenti per radio

# WESTON

portatili e da quadro

**- Strumenti per radiofrequenza a coppia termoelettrica nel vuoto, in aria tipo a ponte oppure compensato - Strumenti a raddrizzatore - Output-meter - Oscillatori modulati Mod. 590 a variazione continua - Prova-valvole Mod. 555 - Misuratori di modulazione Mod. 588 - ecc.**




Termoamperometro Mod. 507 per radiofrequenzo.

Agenti Generali per l'Italia:

## ING. S. BELOTTI & C.

SOCIETÀ ANONIMA

MILANO (122) - Piazza Trento, 8

Sui complessi amplificatori
del vostro televisore
usate

# VALVOLE
# ZENITH

PRODUZIONE ITALIANA

STABILIMENTO: MONZA
VIA BORGAZZI, 21

FILIALI: MILANO - Corso Buenos Ayres, 3
TORINO - Via Juvara, 21

# SAFAR

MILANO

VIALE MAINO 20

# TELEVISIONE

**LA TENDENZA COSTRUTTIVA DI RADIOFONOVISORI**

Qualunque sia il valore tecnico-costruttivo dei radiofonovisori è d'importanza essenziale un Altoparlante di volume adatto.

# ESPERIMENTATORI

La **S.A.F.A.R.** ha preparato l'altoparlante adattò per il Vostro Radiofonovisore.

**CHIEDETECI SCHIARIMENTI**

# F. A. R. M.

**Fabbrica Apparecchi Radiofonici Mazza**

**MILANO**

Corso Buenos Ayres, 6 - Telefono 122-904

## Tutte le parti staccate per Televisione

DITTA SPECIALIZZATA IN AMPLIFICATORI DI MEDIA E GRANDE POTENZA

**OLTRE TRECENTO impianti radiofonografici installati in esercizi pubblici**

IMPIANTO COMPLETO PER INCISIONE DISCHI APPLICABILE A TUTTI GLI APPARECCHI RADIO

**COMPLESSI ASINCRONI PER CINEMA**

REGOLATORI DI VOLUME - MICROFONI - PARTI STACCATE PER RADIO FONOGRAFI - FABBRICA PROPRIA MOBILI PER RADIO - IMPIANTI SONORI DI GRANDE POTENZA PER AUTOFURGONI.

# AMPLIO LIRICO

Brevetto F. Cammareri

**L'AMPLIFICATORE IDEALE PER TELEVISIONE**

"specialradio"

**MILANO - Via Paolo da Cannobio, 5 - MILANO**

TUTTE LE PARTI STACCATE PER LA COSTRUZIONE DI TELEVISORI

# EDITORE - ULRICO HOEPLI - MILANO

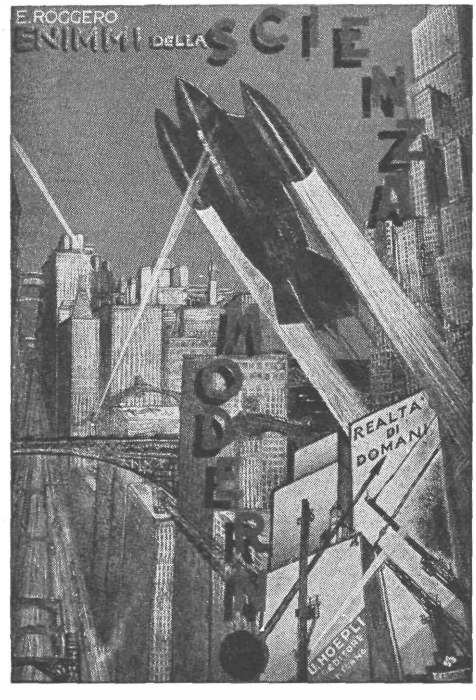
*IL PIÙ SUGGESTIVO E PREMIABILE FRA TUTTI I ROMANZI: quello della tecnica, scritto da uno dei rari « volgarizzatori » nostri che ad una solida coltura scientifica sa accoppiare l'arte di esporre con stile brillante ed in lingua perfetta.*

**EGISTO ROGGERO**

## ENIMMI DELLA SCIENZA MODERNA: REALTÀ DI DOMANI

**Il problema delle cause - Nel mistero delle origini della vita - Nel mondo delle forze - Le radiazioni invisibili - Onde - La sintesi dell'Universo - Verso il lontano domani del mondo - Noi non sappiamo.....**

*Volume in-8 grande, su carta di lusso. Pagine 560 con 210 figure e tavole. Legatura tela a colori (composizione di G. Cisari)* ..... L. **45,—**




Dall'elettrone alle onde eteree, dai raggi cosmici alle radiazioni invisibili, dalla televisione al film sonoro, dalla navigazione aerea di oggi al razzo-velivolo di domani che dovrà realizzare i grandi viaggi interplanetari: tutte le conquiste del presente e quelle paradossali che ci promette la scienza per il futuro — passano in questo libro sommamente suggestivo, riccamente illustrato da grandi fotografie e da espressivi disegni, destinato a tutti i giovani e vecchi, avidi di addentrarsi nei grandi enimmi della scienza moderna e nelle ancora più fantastiche vittorie da essa conquistate.

# EDITORE - ULRICO HOEPLI - MILANO

*I misteri che circondano l'umanità.....*

**Prof. CARLO STOERMER**
(Università di Oslo)

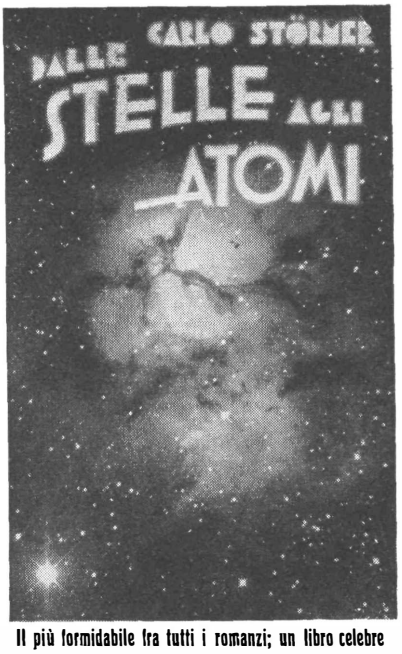
# Dalle stelle agli atomi

**Seconda edizione italiana a cura dell'Ing. RAFFAELE CONTU, con prefazione di GIOVANNI GIORGI e con un saggio di G. B. ANGIOLETTI.**

***Volume di pagine XVI-330, con 64 tavole fuori testo . . . . . Lire 18***

PARTE PRIMA: NEI CIELI. — Cap. I. Il più grande osservatorio astronomico del mondo. – Cap. II. Stelle giganti. – Cap. III. Universi nei cieli. – Cap. IV. La grande nebulosa di Andromeda. – Cap. V. La gravitazione universale. – Cap. VI. Le meraviglie dell'analisi spettrale. – Cap. VII. Sirio ed il compagno indivisibile.

PARTE SECONDA: IL MONDO ATOMICO. — Cap. VIII. Le dimensioni del mondo atomico. – Cap. IX. I raggi catodici. – Cap. X. I Raggi X. – Cap. XI. La radioattività. – Cap. XII. L'età della Terra. – Cap. XIII. L'architettura atomica e la trasmutazione degli elementi. – Cap. XIV. La meccanica degli atomi.




**Il più formidabile fra tutti i romanzi; un libro celebre**

PARTE TERZA: FENOMENI DELL'ETERE ED AURORE POLARI. — Cap. XV. Le vibrazioni dell'etere. – Cap. XVI. I raggi cosmici. – Cap. XVII. L'evoluzione degli astri. – Capitolo XVIII. Le aurore polari. – Cap. XIX. La formazione delle aurore polari. – Cap. XX. L'altezza e la situazione dell'aurora boreale. – Cap. XXI. Lo spettro dell'aurora boreale. – Cap. XXII. Echi di correnti elettroniche esterne all'orbita lunare.

CONCLUSIONE. — Cap. XXIII. Prospettive scientifiche.

# In 7 anni 7 edizioni 7 trionfi

## IL CLASSICO DELLA RADIOPRATICA:

# MONTÙ - RADIO 1930

**La SETTIMA EDIZIONE 1930 di questo "classico della radiopratica„ (già tradotto in parecchie lingue straniere), è uscita completamente aggiornata coi nuovi triodi, le valvole schermate, il pick-up, l'alto parlante elettrodinamico, la ricezione delle immagini, ecc.**

**ELEGANTE VOLUME IN-8, 760 PAGINE CON 754 FIGURE ORIG. 56 CIRCUITI MODERNISSIMI . . . . . L. 38,—**

# EDITORE - ULRICO HOEPLI - MILANO

**Per meglio comprendere i fenoneni fisici della televisione, consultate la recentissima opera 1931 dell'**

**Ing. G. CASTELFRANCHI**

## TELEVISIONE

**Le basi fisiche del "radiovedere" e gli sviluppi del prossimo avvenire.**

VOLUME IN-8 GRANDE DI PAGINE 320, CON 207 INCISIONI . . . . . L. **25,—**

I. Le origini, cenno storico, stato attuale – II. Principii di radiotelefonia necessari per la televisione – III. Celle al selenio – IV. Fenomeno fotoelettrico e le celle moderne – V. Fototelegrafia – VI. Principio della televisione col disco di Nipkow – VII. I pionieri della televisione – VIII. Esplorazione, modulazione. Il ricevitore – IX. L'immagine ricostruita, la lampada al neon – X. John Baird – XI. Amplificazione – XII. La televisione nel mondo – XIII. Sincronismo – XIV. Televisione a colori e stereoscopia, il Noctovisor.

CONTR'AMMIRAGLIO ING. G. PESSION

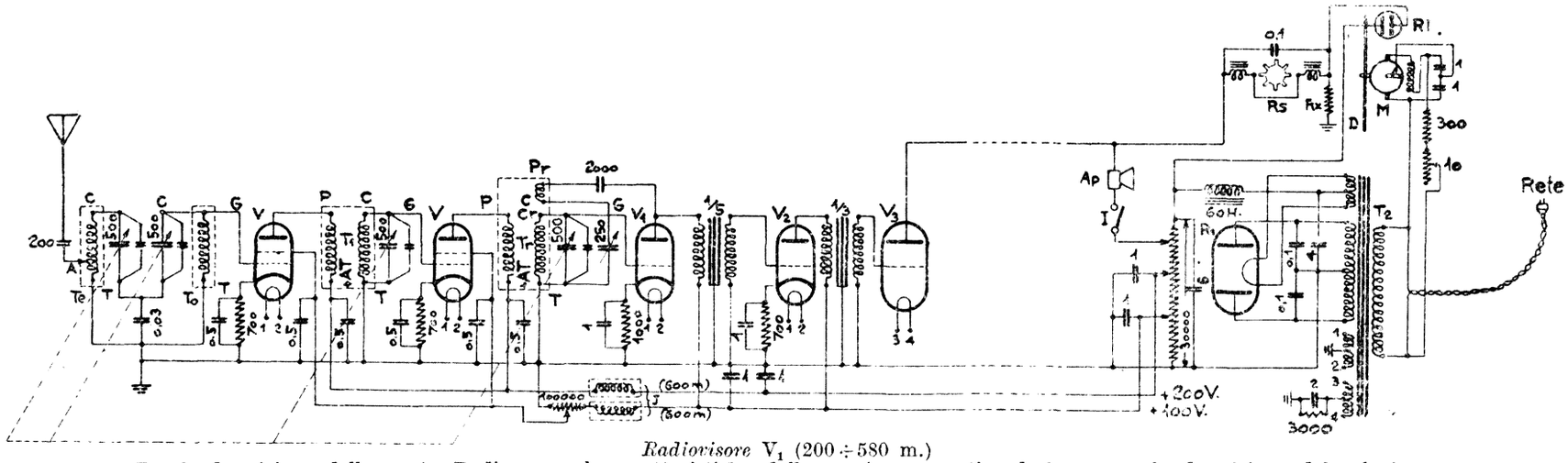
## MISURE RADIOTECNICHE

**Terza Edizione 1931 completamente rifatta**

VOLUME IN-8 GRANDE, DI PAGINE XVI-712, CON 302 FIGURE **LIRE SESSANTOTTO**

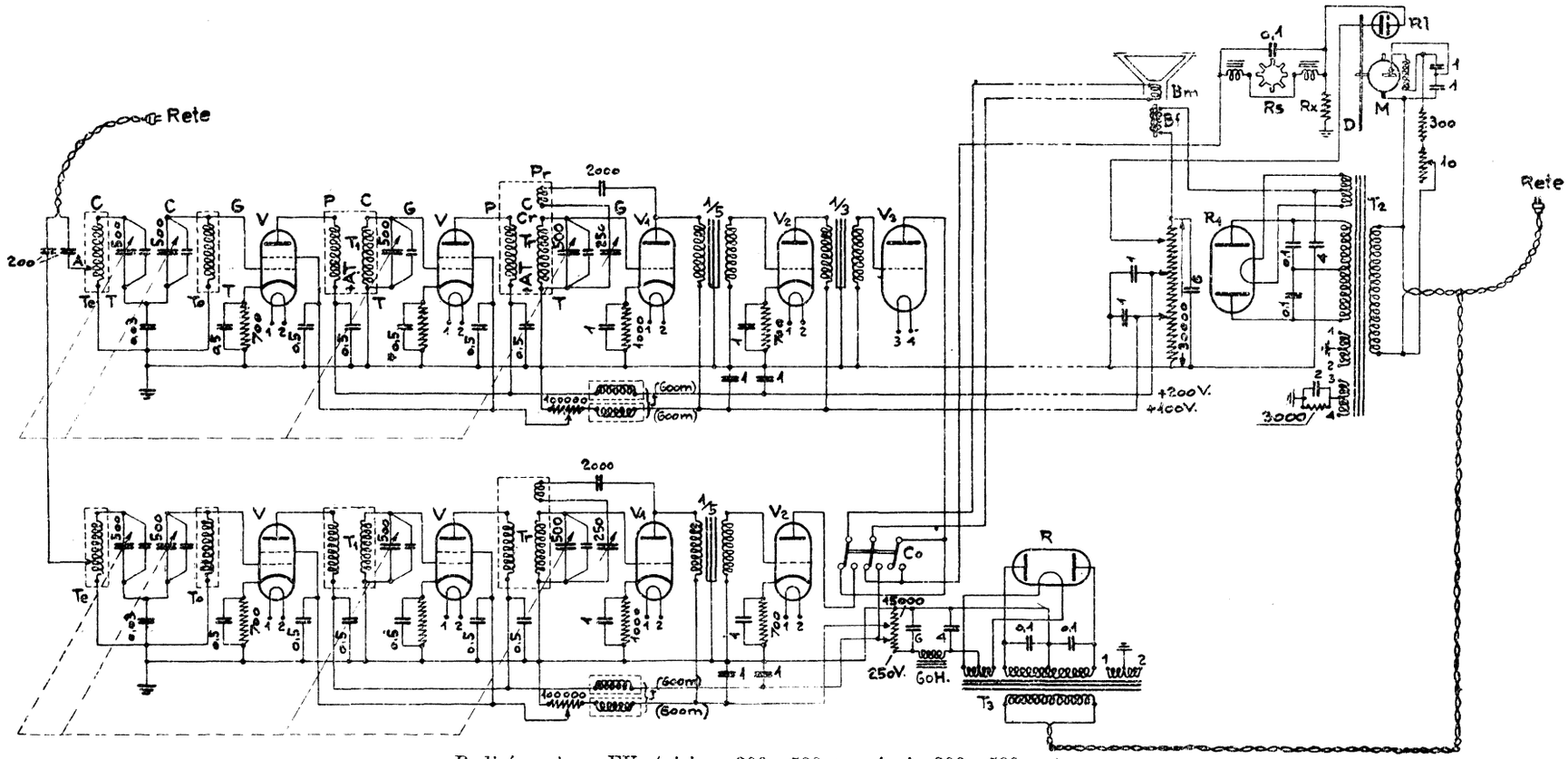
INTRODUZIONE: Unità di misura – Metodi di misura ed errori – Il laboratorio radiotecnico.
PARTE PRIMA: **Misure relative alle oscillazioni elettriche.** — 1. Misura della intensità della corrente. – 2. Misura della tensione. – 3. Misura della potenza e del rendimento. – 4. Misura della frequenza e della lunghezza d'onda.
PARTE SECONDA: **Misura delle costanti elettriche dei circuiti R. T.** — 1. Misura della lunghezza d'onda naturale di un circuito oscillante. – 2. Misura della capacità. – 3. Misura della induttanza. – 4. Misura della resistenza.
PARTE TERZA: **Misure relative ai rivelatori ed ai triodi.** — 1. Studio di un rivelatore a cristallo. – 2. Studio delle valvole termoioniche. a) Valvole riceventi.
PARTE QUARTA: **Misure relative alla irradiazione.** — 1. Misura dell'altezza equivalente degli aerei – 2. Misura della corrente di ricezione e del campo elettromagnetico.
PARTE QUINTA: **Collaudo, regolazione e controllo di una stazione R. T. - Controllo delle stazióni trasmittenti.**
APPENDICE I: Cenni sui generatori a valvola per uso di laboratorio – Qualche notizia sugli accumulatori.
APPENDICE II: Computo dell'altezza equivalente (o di radiazione) di una antenna che oscilla con onda uguale o più lunga della fondamentale.
APPENDICE III: Norme per l'ordinazione e il collaudo dei tubi elettronici a catodo incandescente e ad alto vuoto – Tubi elettronici in generale, tubi raddrizzatori, trasmittenti e riceventi – Collaudo, offerta, ordinazione, prelevamento campioni.
FORMULARIO: Tutte le formole riguardanti calcoli, collaudi, misurazioni di radiotecnica.

# TAVOLE COSTRUTTIVE




*Radiovisore* $V_1$ (200 ÷ 580 m.)

Per la descrizione della parte Radio e per le caratteristiche delle parti occorrenti ved. § 66; per la descrizione del televisore ved. §§ 71, 72 e 73.

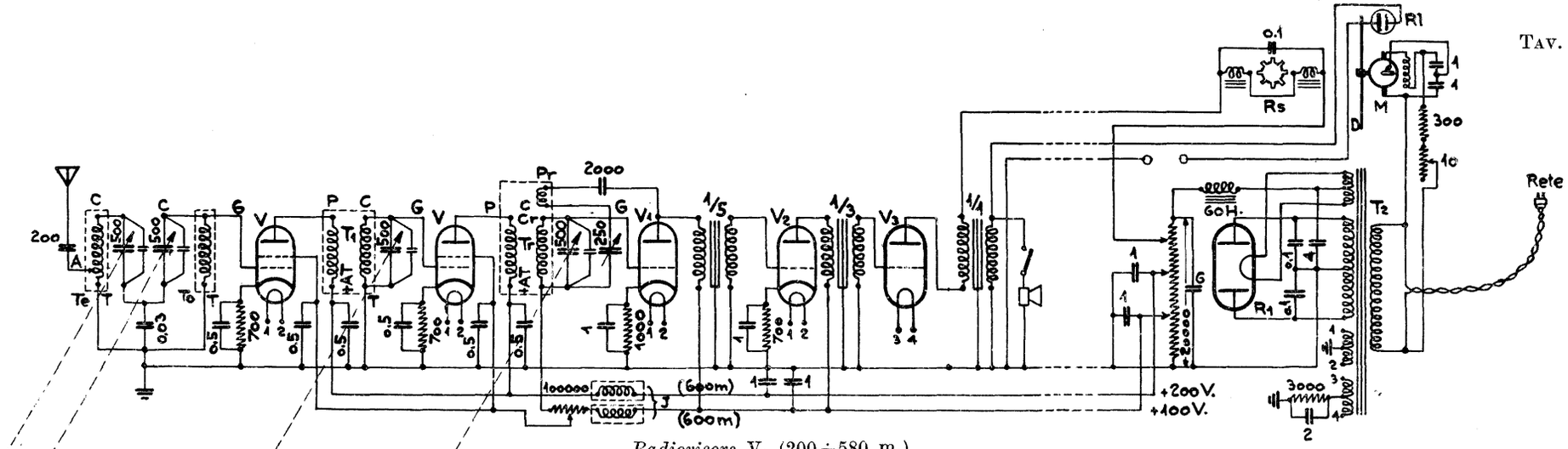



*Radiofonovisore* $FV_1$ (*visione* 200 ÷ 580 m.; *fonia* 200 ÷ 580 m.)

Per la descrizione della parte Radio e per le caratteristiche delle parti occorrenti ved. § 66; per la descrizione del televisore ved. §§ 71, 72 e 73.

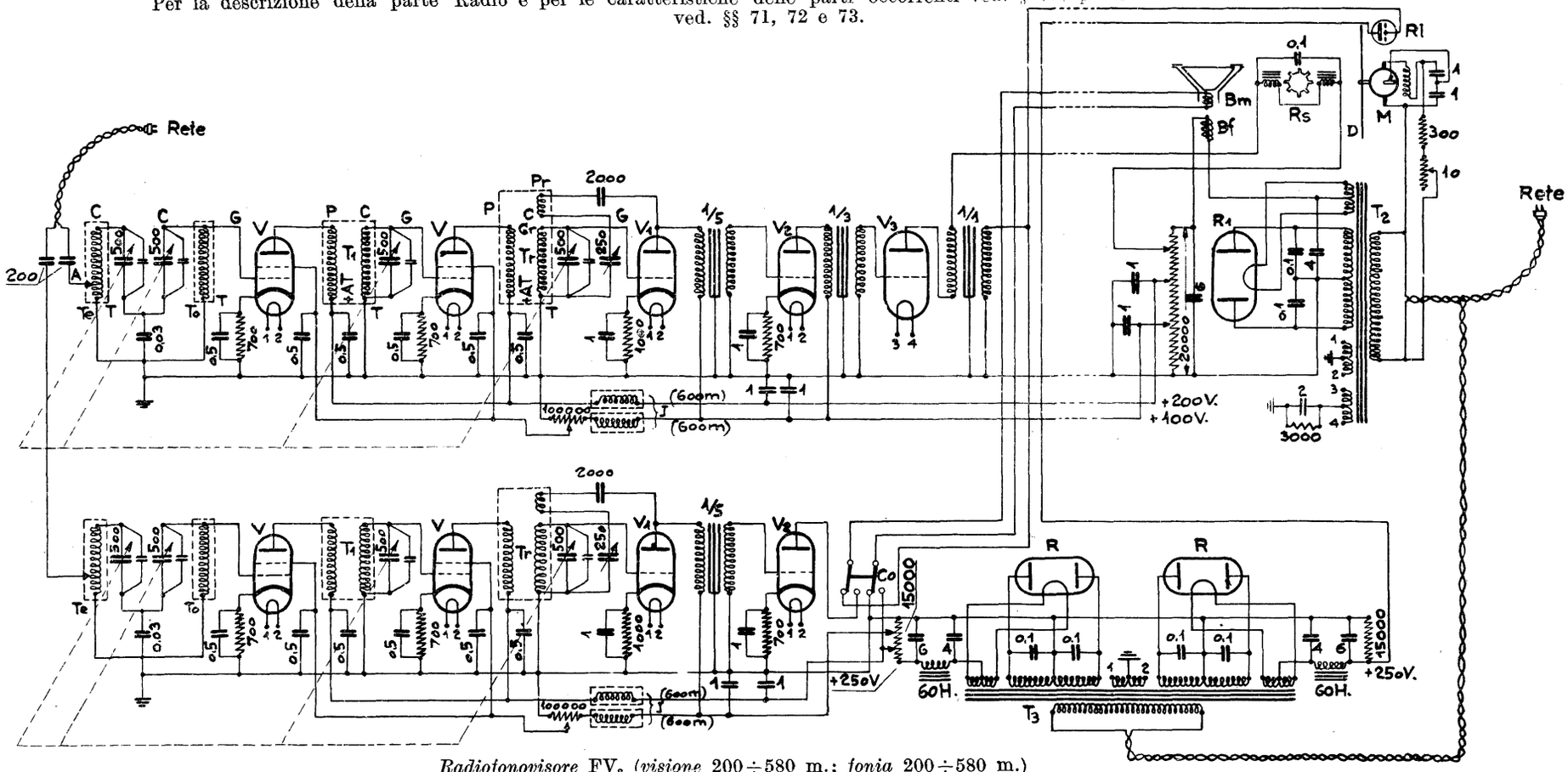
LEGGENDA: $T_e$-$T_o$, filtro di banda (dis. costr. ved. fig. 181); $T_1$, trasformatore intervalvolare semplice (dis. costr. ved. fig. 182); $T_r$, trasformatore intervalvolare con reazione (dis. costr. ved. fig. 181); $V$, valvola schermata; $V_1$, valvola rivelatrice; $V_2$, valvola amplificatrice di $B.F$; $V_3$, valvola di potenza; $R$-$R_1$, valvole raddrizzatrici; $J$, impedenza $A$-$F$; $T_2$-$T_3$, trasformatori d'alimentazione; $A_p$, telefono di controllo; $I$, interruttore unipolare; $C_o$, commutatore tripolare; $B_f$, bobina di eccitazione dell'altoparlante; $B_m$, bobina mobile dell'altoparlante; $R_s$, ruota sincrona; $D$, disco esploratore; $R_l$, lampada neon; $M$, motore; $R_x$, resistenza compensatrice.

*NB.* – Le cifre sugli schemi significano: Ohm, per le resistenze; $\mu F$, per le capacità fisse di fuga; cm., per le capacità variabili e quelle fisse di taratura.




*Radiovisore* $V_2$ (200÷580 m.)

Per la descrizione della parte Radio e per le caratteristiche delle parti occorrenti ved. § 67; per la descrizione del televisore ved. §§ 71, 72 e 73.

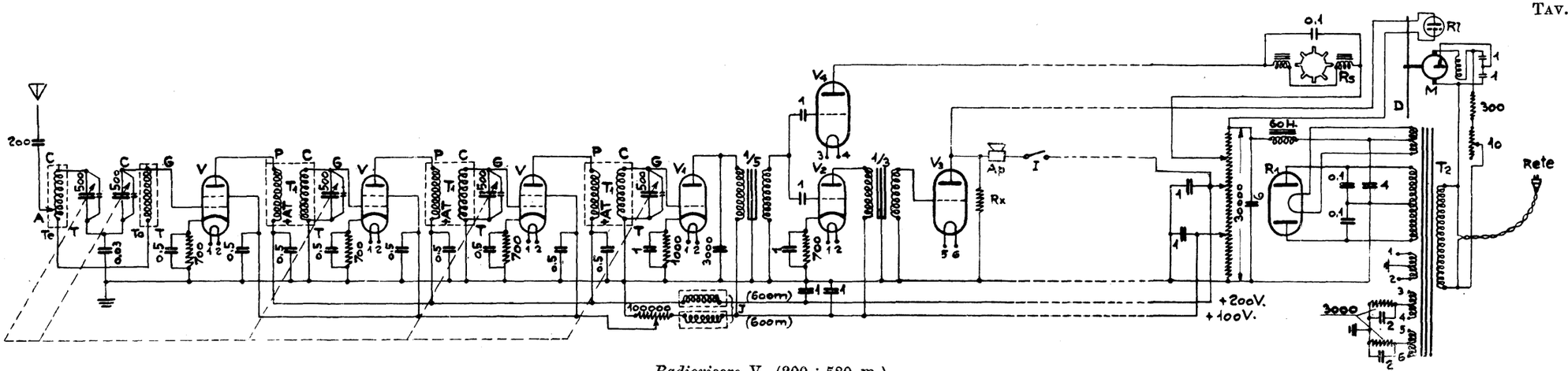



*Radiofonovisore* $FV_2$ (*visione* 200÷580 m.; *fonia* 200÷580 m.)

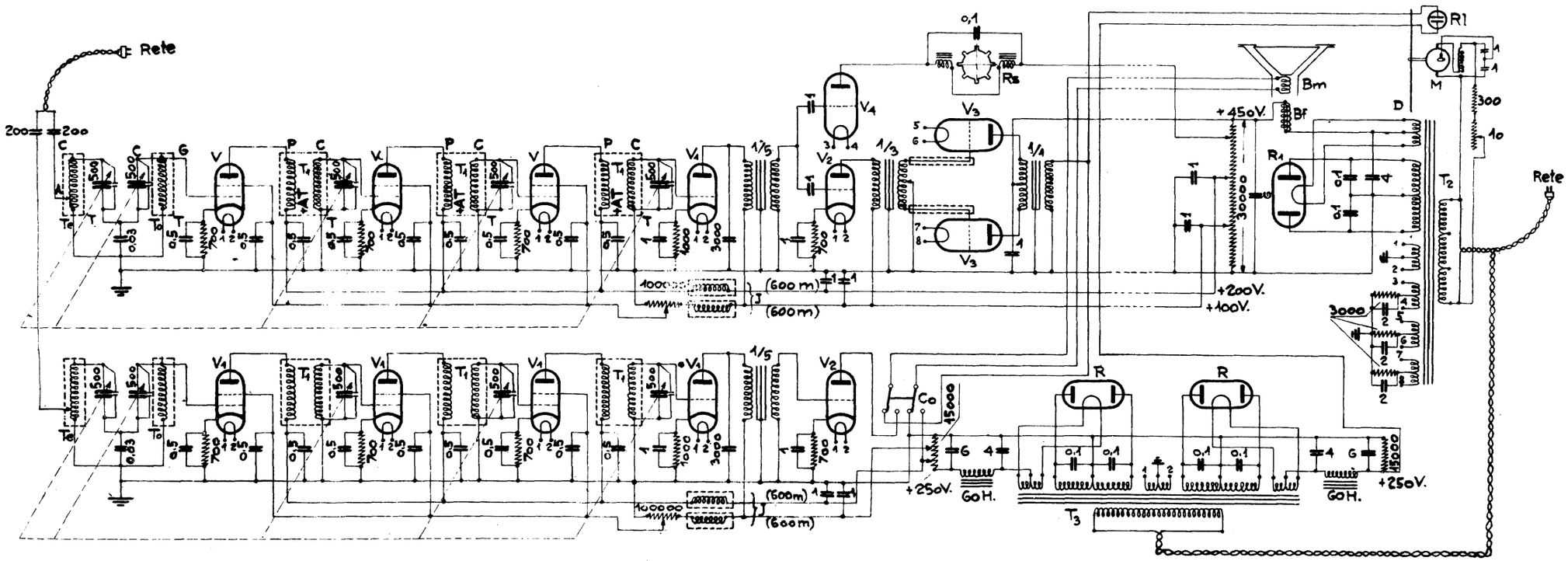
Per la descrizione della parte Radio e per le caratteristiche delle parti occorrenti ved. § 67; per la descrizione del televisore ved. §§ 71, 72 e 73.

Leggenda: $T_c$-$T_o$, filtro di banda (dis. costr. ved. fig. 181); $T_1$, trasformatore intervalvolare semplice (dis. costr. ved. fig. 182); $T_r$, trasformatore intervalvolare con reazione (dis. costr. ved. fig. 181); $V$, valvola schermata; $V_1$, valvola rivelatrice; $V_2$, valvola amplificatrice di $B.F$; $V_3$, valvola di potenza; $R$-$R_1$, valvole raddrizzatrici; $J$, impedenza $A$-$F$; $T_2$-$T_3$, trasformatori d'alimentazione; $A_p$, telefono di controllo; $I$, interruttore unipolare; $C_o$, commutatore tripolare; $B_f$, bobina di eccitazione dell'altoparlante; $B_m$, bobina mobile dell'altoparlante; $R_s$, ruota sincrona; $D$, disco esploratore; $R_l$, lampada neon; $M$, motore; $R_x$, resistenza compensatrice.

*NB.* – Le cifre sugli schemi significano: Ohm, per le resistenze; $\mu F$, per le capacità fisse di fuga; cm., per le capacità variabili e quelle fisse di taratura.



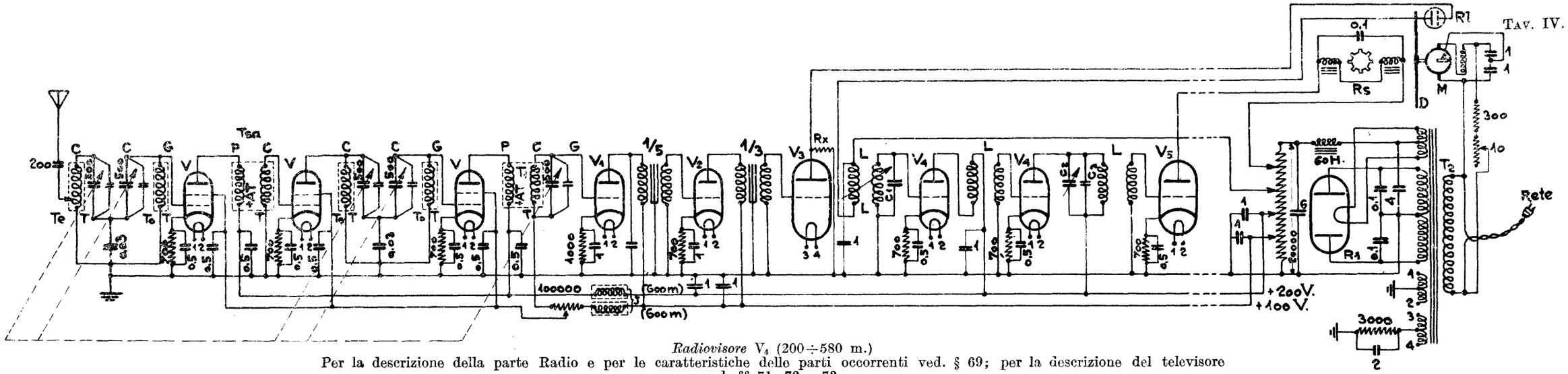

*Radiovisore* $V_3$ (200÷580 m.)
Per la descrizione della parte Radio e per le caratteristiche delle parti occorrenti ved. § 68; per la descrizione del televisore ved. §§. 71, 72 e 73.




*Radiofonovisore* $FV_3$ (*visione* 200÷580 m.; *fonia* 200÷580 m.)
Per la descrizione della parte Radio e per le caratteristiche delle parti occorrenti ved. § 68; per la descrizione del televisore ved. §§ 71, 72 e 73.

LEGGENDA: $T_e$-$T_o$, filtro di banda (dis. costr. ved. fig. 181); $T_1$, trasformatore intervalvolare semplice (dis. costr. ved. fig. 182); $V$, valvola schermata; $V_1$, valvola rivelatrice; $V_2$, valvola amplificatrice di $B.F$; $V_3$, valvola di potenza; $R$-$R_1$, valvole raddrizzatrici; $J$, impedenza $A.F$; $T_2$-$T_3$, trasformatori d'alimentazione; $A_p$, telefono di controllo; $I$, interruttore unipolare; $C_o$, commutatore tripolare; $B_f$, bobina di eccitazione dell'altoparlante; $B_m$, bobina mobile dell'altoparlante; $R_s$, ruota sincrona; $D$, disco esploratore; $R_l$, lampada neon; $M$, motore; $R_x$, resistenza compensatrice.

*NB.* – Le cifre sugli schemi significano: Ohm, per le resistenze; $\mu F$, per le capacità fisse di fuga; cm., per le capacità variabili e quelle fisse di taratura.

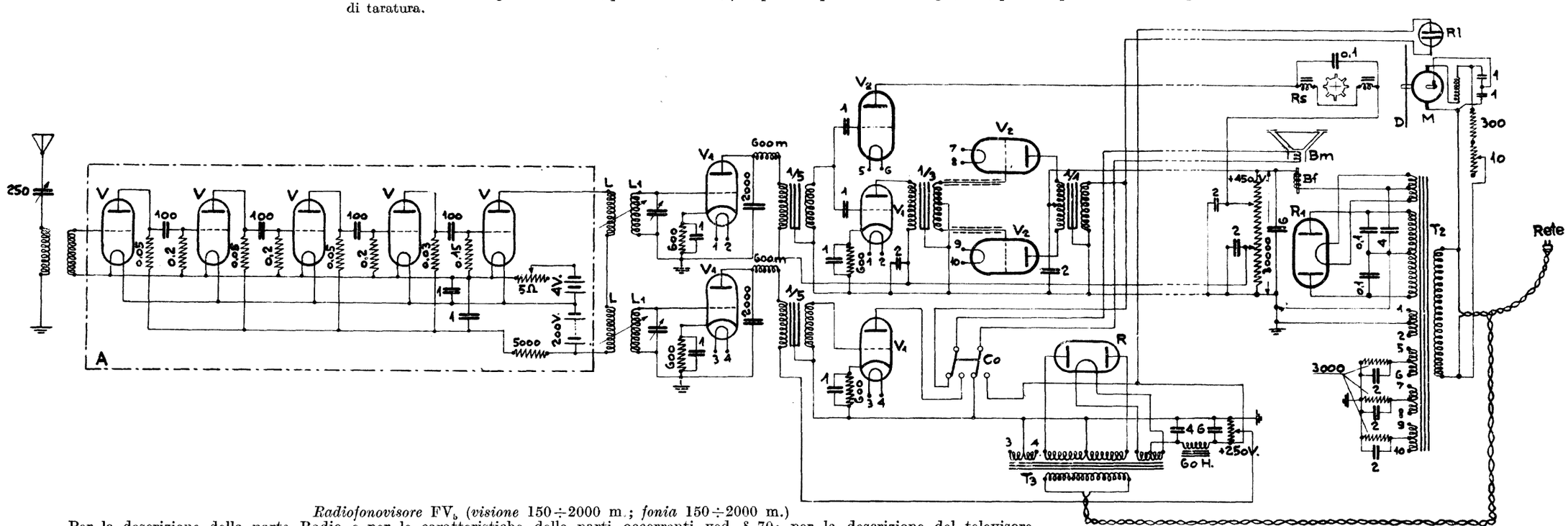



*Radiovisore* $V_4$ (200÷580 m.)

Per la descrizione della parte Radio e per le caratteristiche delle parti occorrenti ved. § 69; per la descrizione del televisore ved. §§ 71, 72 e 73.

LEGGENDA: $T_e$-$T_o$, filtro di banda (dis. costr. ved. fig. 181); $T_1$, trasformatore intervalvolare (dis. costr. ved. fig. 182); $V$, valvola schermata; $V_1$, valvola rivelatrice; $V_2$, valvola amplificatrice di $B.F$; $V_3$-$V_5$, valvole di potenza; $R_1$, valvola raddrizzatrice; $J$, impedenza alta frequenza; $T_2$, trasformatore di alimentazione; $L$, trasformatori speciali (v. pag. 158); $R_s$, ruota sincrona; $D$, disco esploratore; $R_l$, lampada al neon; $M$, motore; $R_x$, resistenza compensatrice.

*NB.* – Le cifre sullo schema significano: Ohm, per le resistenze; $\mu F$, per le capacità fisse di fuga; cm., per le capacità variabili e quelle fisse di taratura.



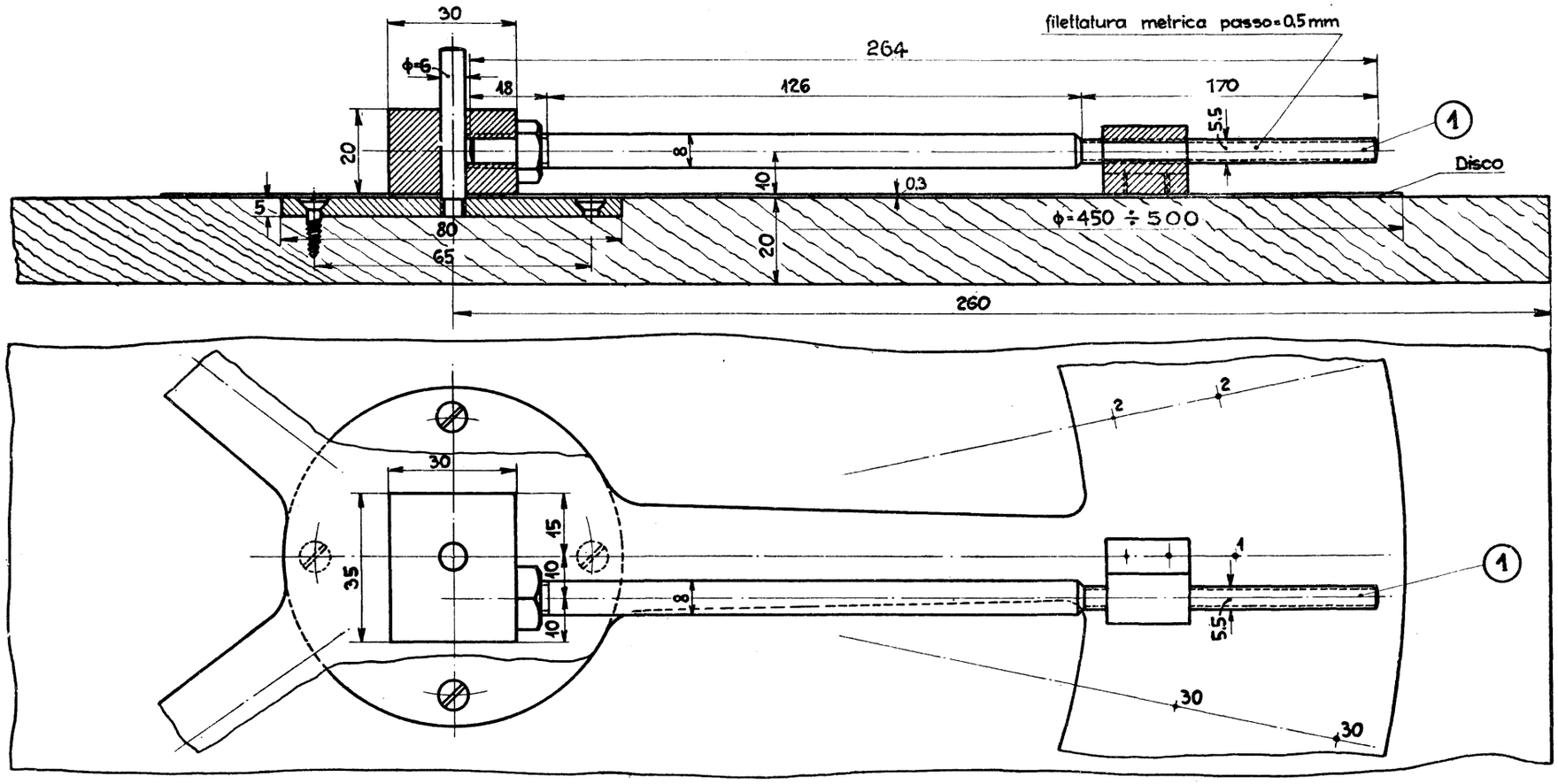

*Radiofonovisore* $FV_b$ (*visione* 150÷2000 m.; *fonia* 150÷2000 m.)

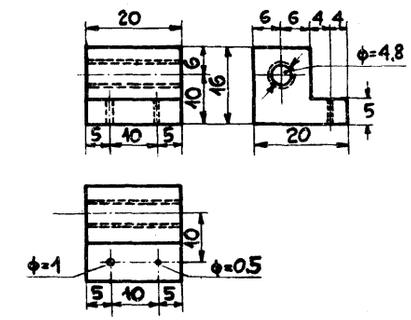
Per la descrizione della parte Radio e per le caratteristiche delle parti occorrenti ved. § 70; per la descrizione del televisore ved. §§ 71, 72 e 73.

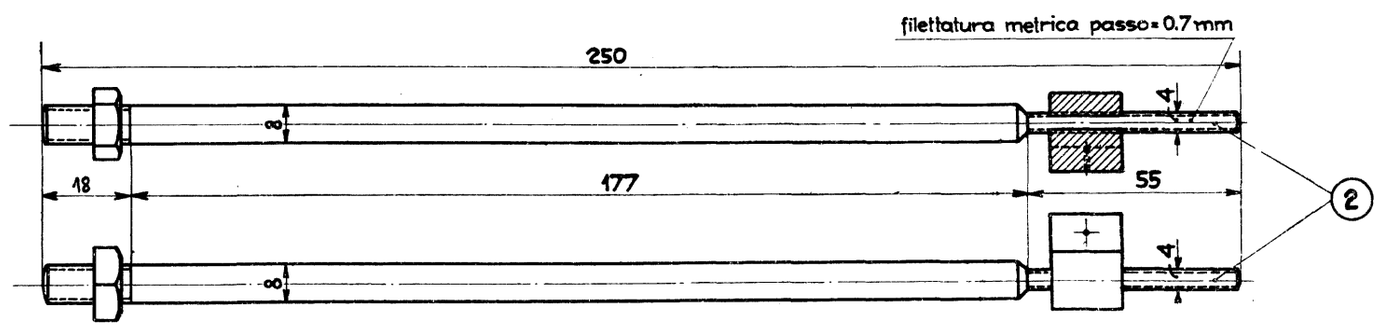
LEGGENDA: $A$, amplificatore $A.F$ aperiodico; $V$, valvola amplificatrice $A.F$; $L$-$L_1$, bobine separatrici di frequenza; $V_1$, valvola rivelatrice o amplificatrice di $B.F$; $V_2$, valvola di potenza; $R$-$R_1$, valvole raddrizzatrici; $T_2$-$T_3$, trasformatori d'alimentazione; $C_o$, commutatore bipolare; $B_f$, bobina di eccitazione dell'altoparlante; $B_m$, bobina mobile dell'altoparlante; $R_s$, ruota sincrona; $R_l$, lampada al neon; $D$, disco esploratore; $M$, motore.

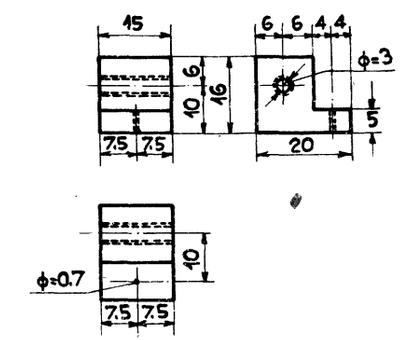


ULRICO HOEPLI - Editore Milano




*Utensile per la foratura dei dischi esploratori.*

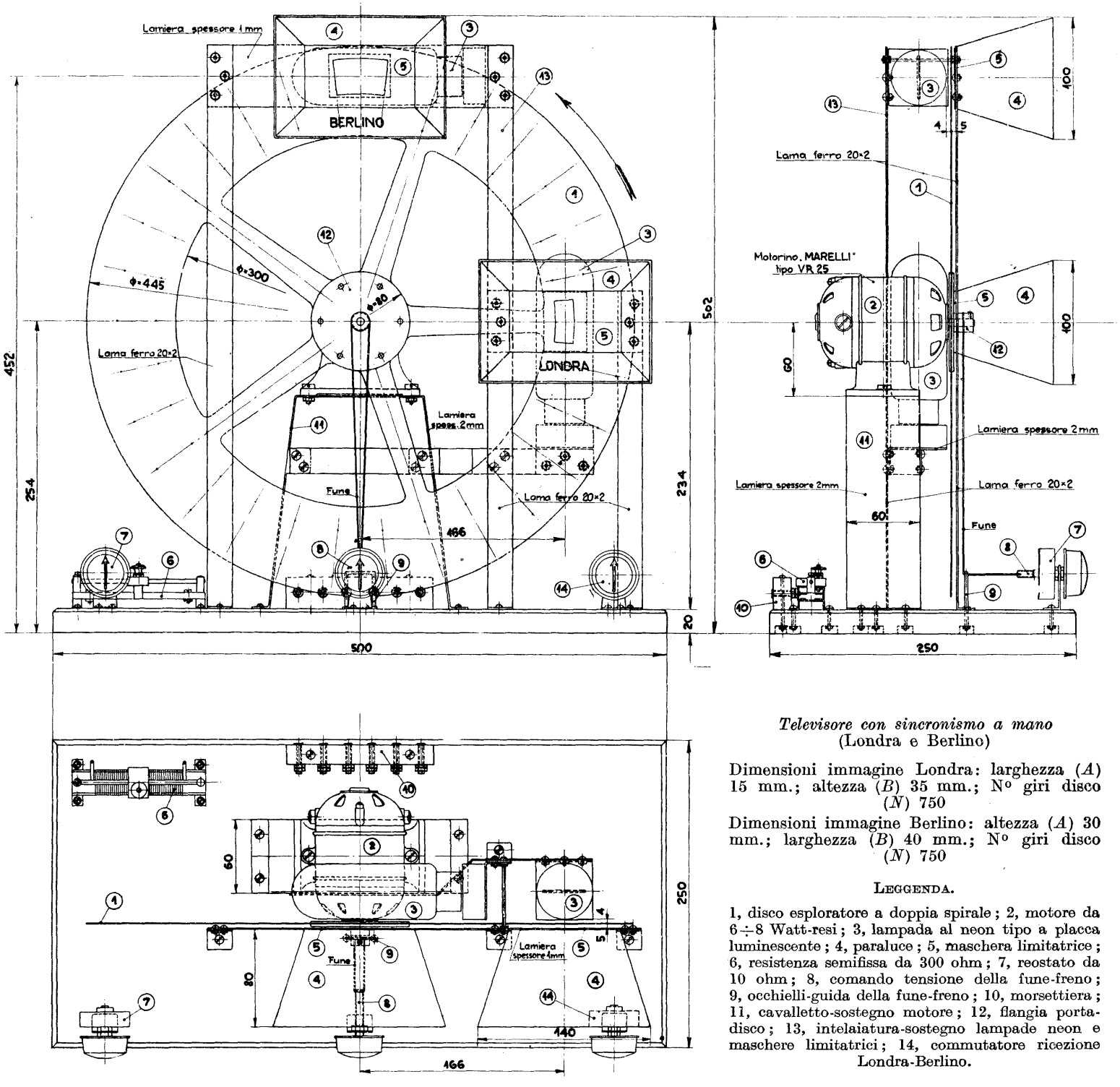
Usare l'utensile con la bacchetta di pos. 1 per dischi esploratori dalle seguenti caratteristiche:

*a*) $D = 445$ mm.; $A = 30$ mm.; $B = 40$ mm.; $x = 1$ mm; $N_f = 30$ (Berlino).
*b*) $D = 365$ mm.; $A = 15$ mm.; $B = 35$ mm.; $x = 0{,}5$ mm.; $N_f = 30$ (Londra).
*c*) $D = 470$ mm.; $A = 30$ mm.; $B = 22{,}5$ mm.; $x = 0{,}5$ mm.; $N_f = 60$ (Roma).

Usare l'utensile con la bacchetta di pos. 2 per dischi esploratori dalle seguenti caratteristiche:

*d*) $D = 500$ mm.; $A = 21$ mm.; $B = 49$ mm.; $x = 0{,}7$ mm.; $N_f = 30$ (Londra).

*NB.* – Per dischi esploratori a due spirali (interna tipo *a*, esterna tipo *b*) (ved. dis. costr. fig. 183). — Per dischi esploratori ad una sola spirale tipo *b* (ved. dis. costr. fig. 185). — Per dischi esploratori ad una sola spirale tipo *c* (ved. dis. costr. fig. 184).



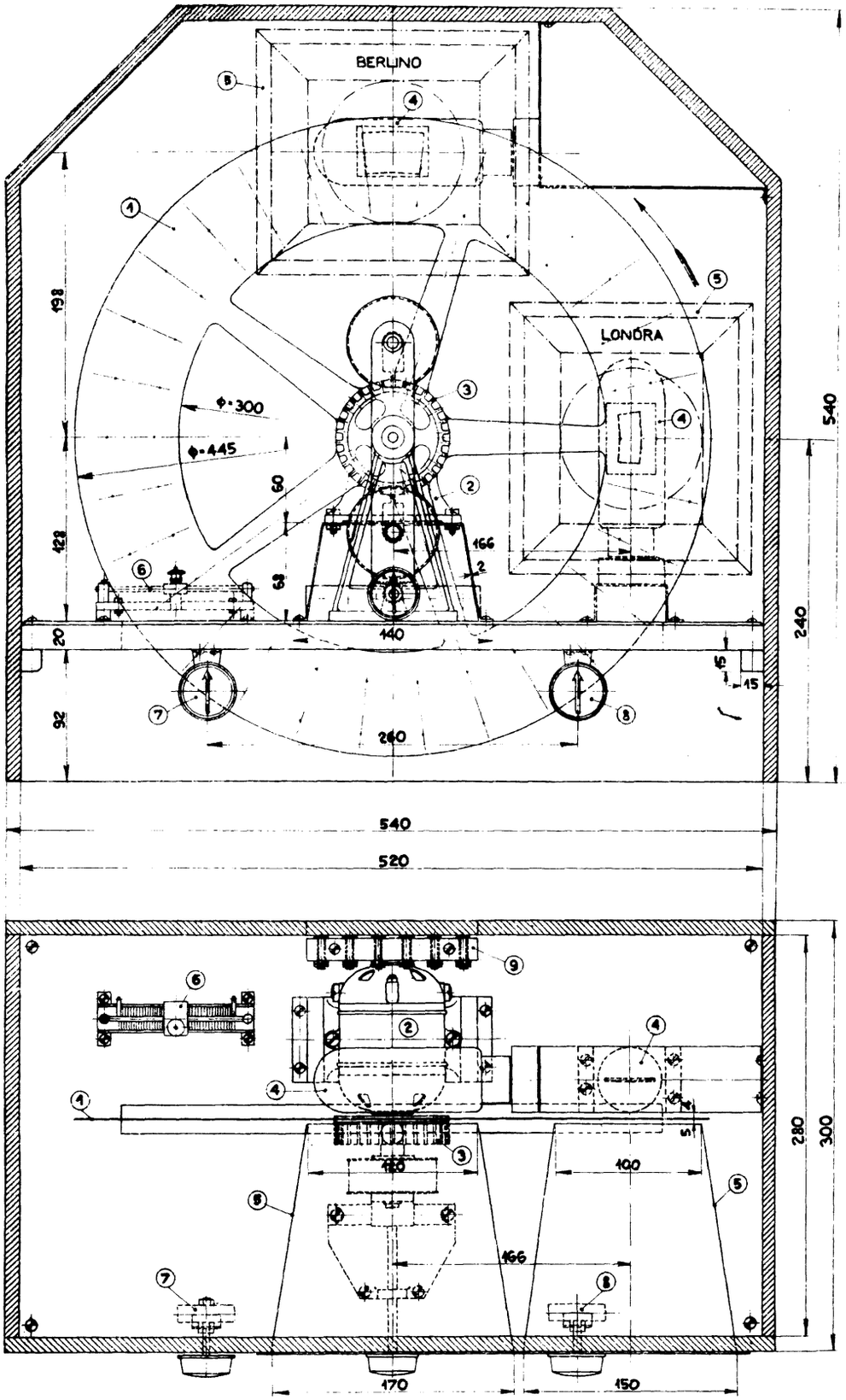

*Televisore con sincronismo a mano*
(Londra e Berlino)

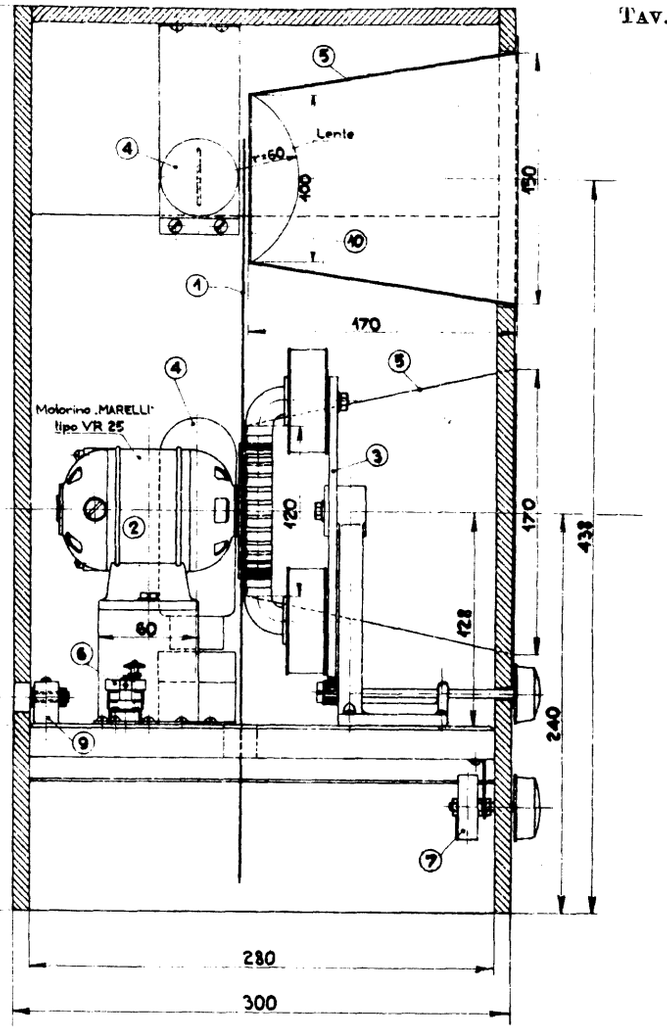
Dimensioni immagine Londra: larghezza (*A*) 15 mm.; altezza (*B*) 35 mm.; N° giri disco (*N*) 750

Dimensioni immagine Berlino: altezza (*A*) 30 mm.; larghezza (*B*) 40 mm.; N° giri disco (*N*) 750

Leggenda.

1, disco esploratore a doppia spirale; 2, motore da 6÷8 Watt-resi; 3, lampada al neon tipo a placca luminescente; 4, paraluce; 5, maschera limitatrice; 6, resistenza semifissa da 300 ohm; 7, reostato da 10 ohm; 8, comando tensione della fune-freno; 9, occhielli-guida della fune-freno; 10, morsettiera; 11, cavalletto-sostegno motore; 12, flangia porta-disco; 13, intelaiatura-sostegno lampade neon e maschere limitatrici; 14, commutatore ricezione Londra-Berlino.







*Televisore con sincronismo semiautomatico*
(Londra e Berlino)

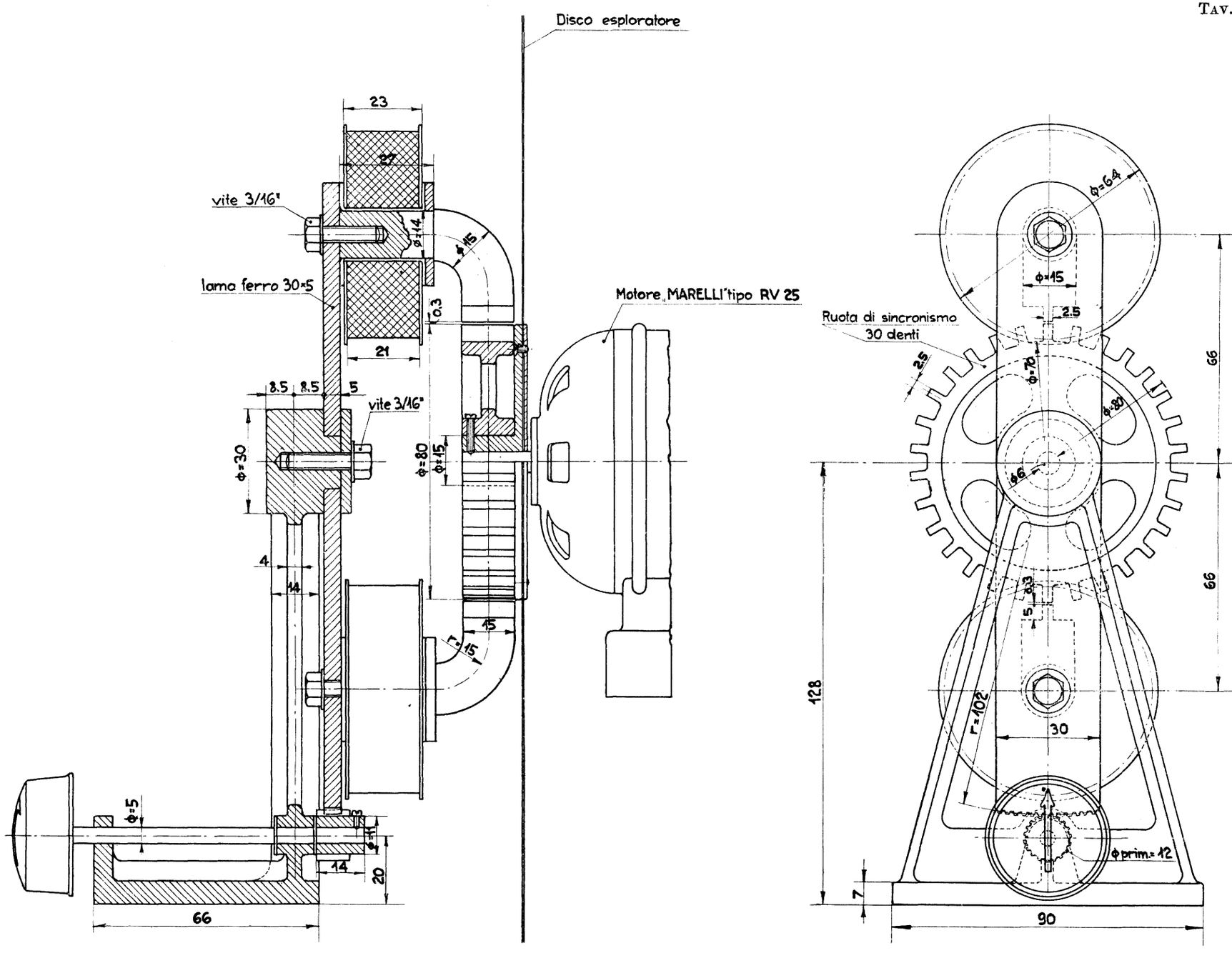
Dimensioni immagine Londra: larghezza (*A*) 15 mm.; altezza (*B*) 35 mm.; N° giri disco (*N*) 750

Dimensioni immagine Berlino: altezza (*A*) 30 mm.: larghezza (*B*) 40 mm.; N° giri disco (*N*) 750

Leggenda.

1, disco esploratore a doppia spirale; 2, motore da 6÷8 Watt-resi; 3, ruota sincrona e comando di fase; 4, lampada al neon tipo a placca luminescente; 5, paraluce; 6, resistenza semifissa da 300 ohm; 7, reostato da 10 ohm; 8, commutatore ricezione Londra-Berlino; 9, morsettiera; 10, maschera limitatrice; 11, cavalletto sostegno motore; 12, flangia portadisco.

*NB.* – Per i dettagli costruttivi della ruota sincrona e del comando di fase di questo televisore ved. Tav. VIII.

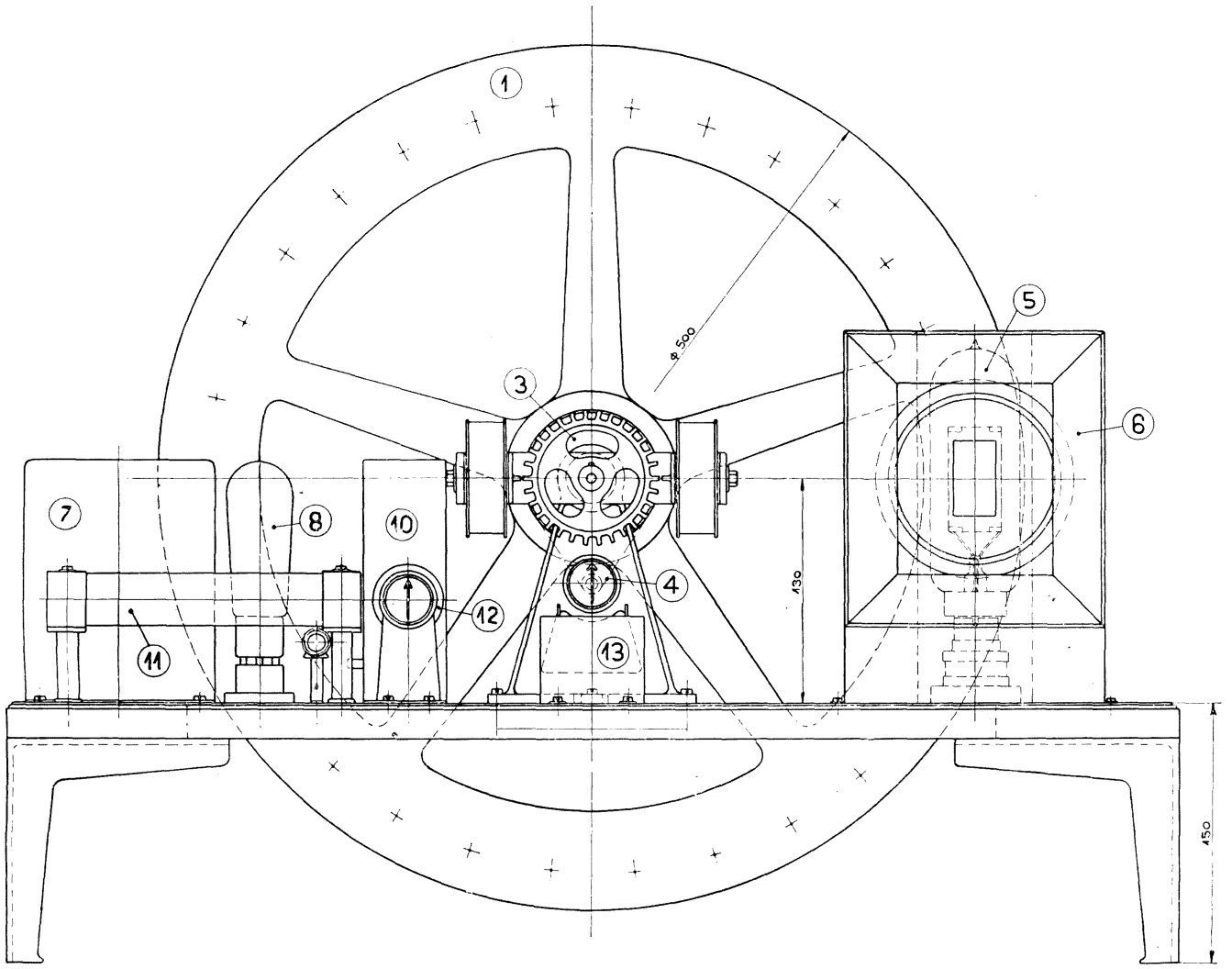


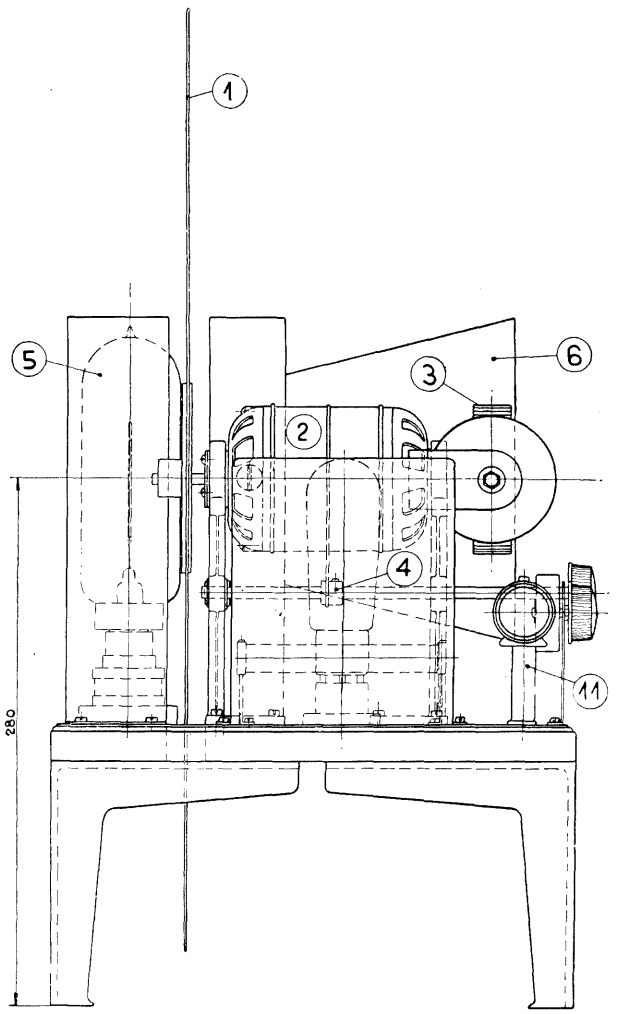

*Ruota sincrona e comando di fase*

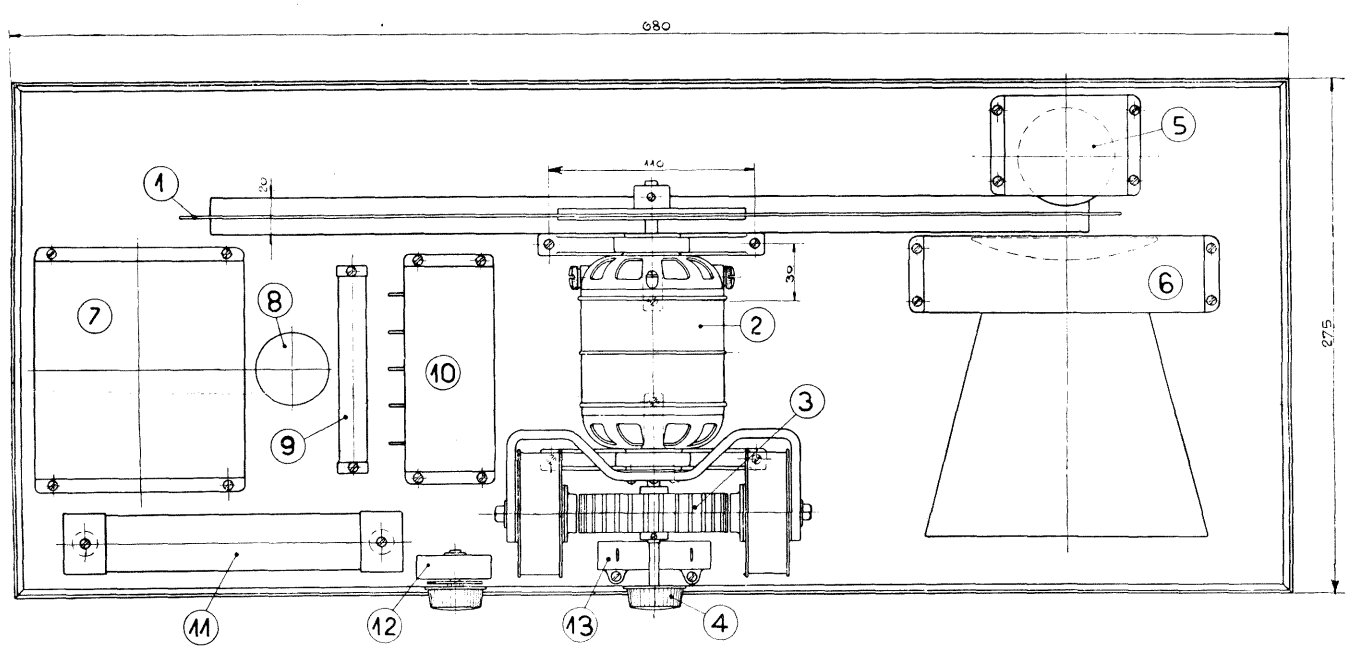
*Materiali.* Base statore: alluminio o bronzo – Nuclei polari e lama di collegamento: ferro dolce – Sopporti avvolgimento: presspan, bachelite, ebanite – Ruota a denti: ferro dolce (possibilmente laminato).

Usando le basse frequenze dei complessi $V_1$, $FV_1$, $V_2$, $FV_2$, i dati per l'avvolgimento sono: resistenza per bobina 210 ohm; N° spire per bobina 3000, da avvolgersi con filo diam. 0,2 mm. 2 cot.; collegamento delle bobine: in serie.

Usando invece le basse frequenze dei complessi $V_3$, $FV_3$, $V_4$, $FV_5$, i dati per l'avvolgimento sono: resistenza per bobina 105 ohm; N° spire per bobina 2300, da avvolgersi con filo diam. 0,25 mm. 2 cot.; collegamento delle bobine: in serie.



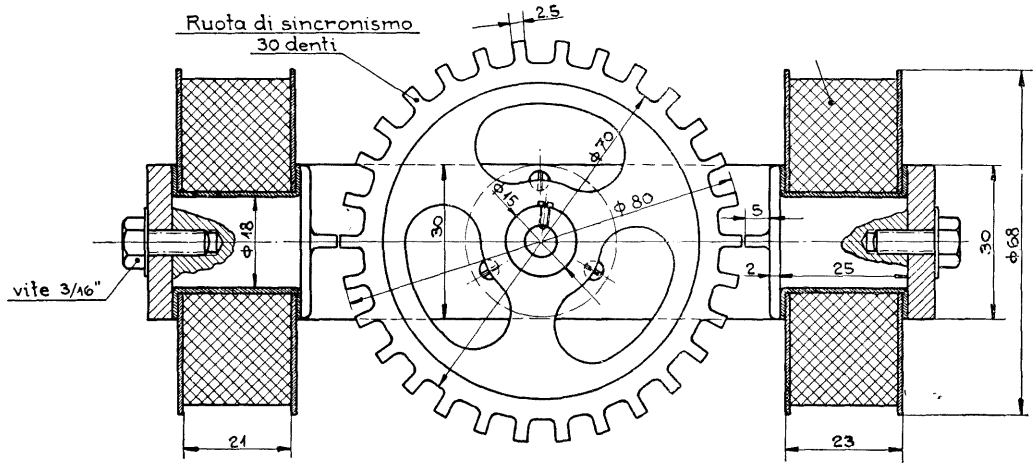

*Televisore con sincronismo semiautomatico*
(Londra)

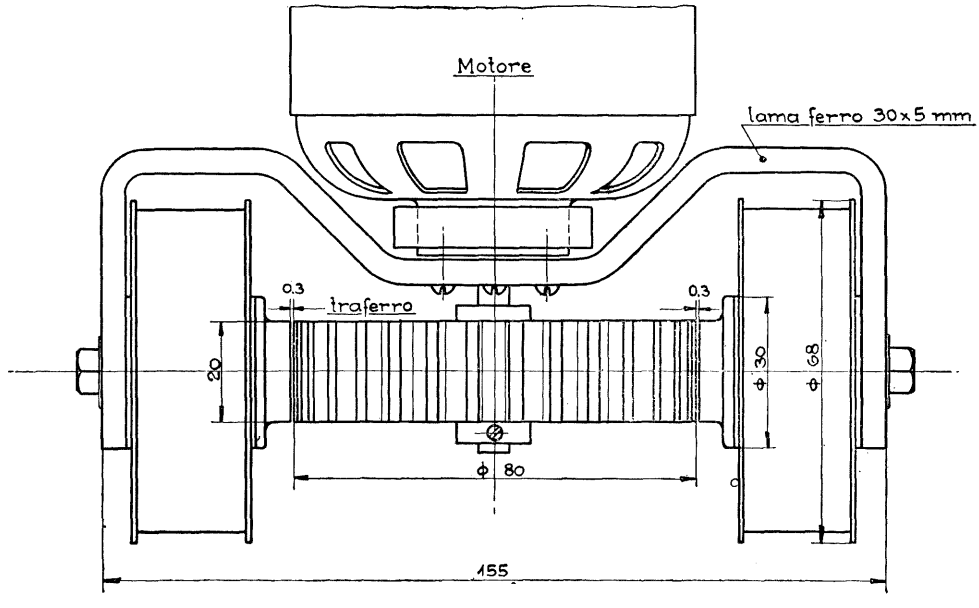
Dimensione immagine: larghezza ($A$) 21 mm.; altezza ($B$) 49 mm.; N° giri disco ($N$) 750.

Leggenda

1, disco esploratore a spirale semplice; 2, motore da 8÷10 Watt resi; 3, ruota sincrona; 4, comando di fase; 5, lampada al neon tipo a placca luminescente; 6, magnificatore ottico; 7, trasformatore d'alimentazione e impedenze-filtro; 8, lampada raddrizzatrice; 9, potenziometro da 15000 ohm; 10, blocco condensatori-filtro; 11, resistenza semifissa da 300 Ohm; 12, reostato da 10 ohm; 13, condensatore fisso da 0,1 $nF$; 14, flangia portadisco.

*NB.* – Le parti 7, 8, 9 e 10, costituenti l'alimentatore della lampada al neon, possono anche venir sistemate nel complesso radio (ved. schemi complessi $V_1$, $FV_1$ ecc.) — Per i dettagli costruttivi della ruota sincrona, del comando di fase e del magnificatore ottico di questo televisore (ved. rispettive tavole X, XI e XII).



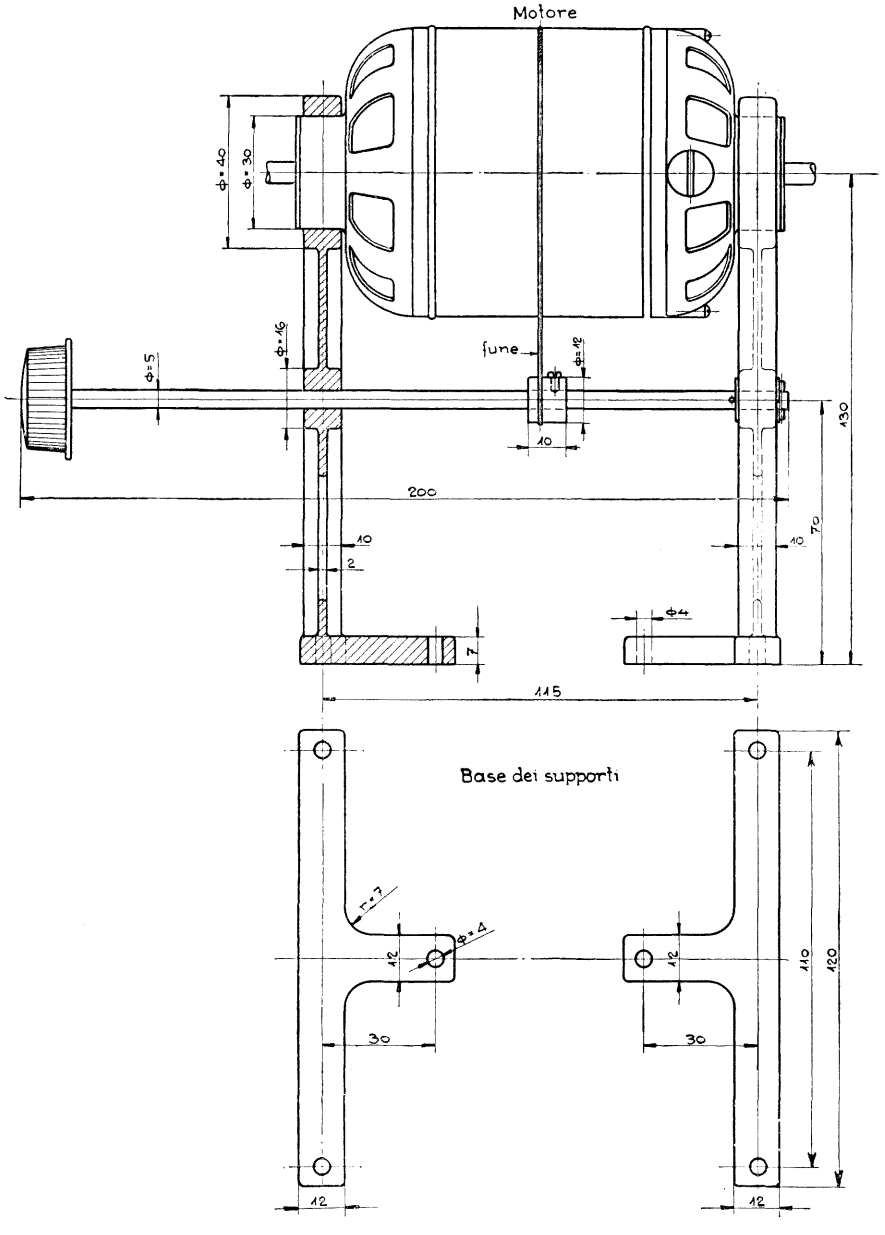



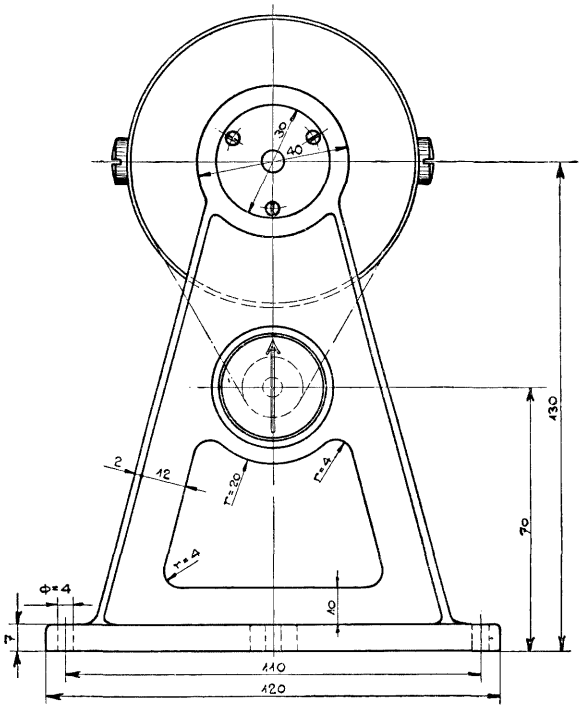

*Ruota sincrona.*

*Materiali.* Nuclei polari e lama di collegamento : ferro dolce – Sopporti avvolgimento : presspan, bachelite, ebanite – Ruota a denti : ferro dolce (possibilmente laminato).

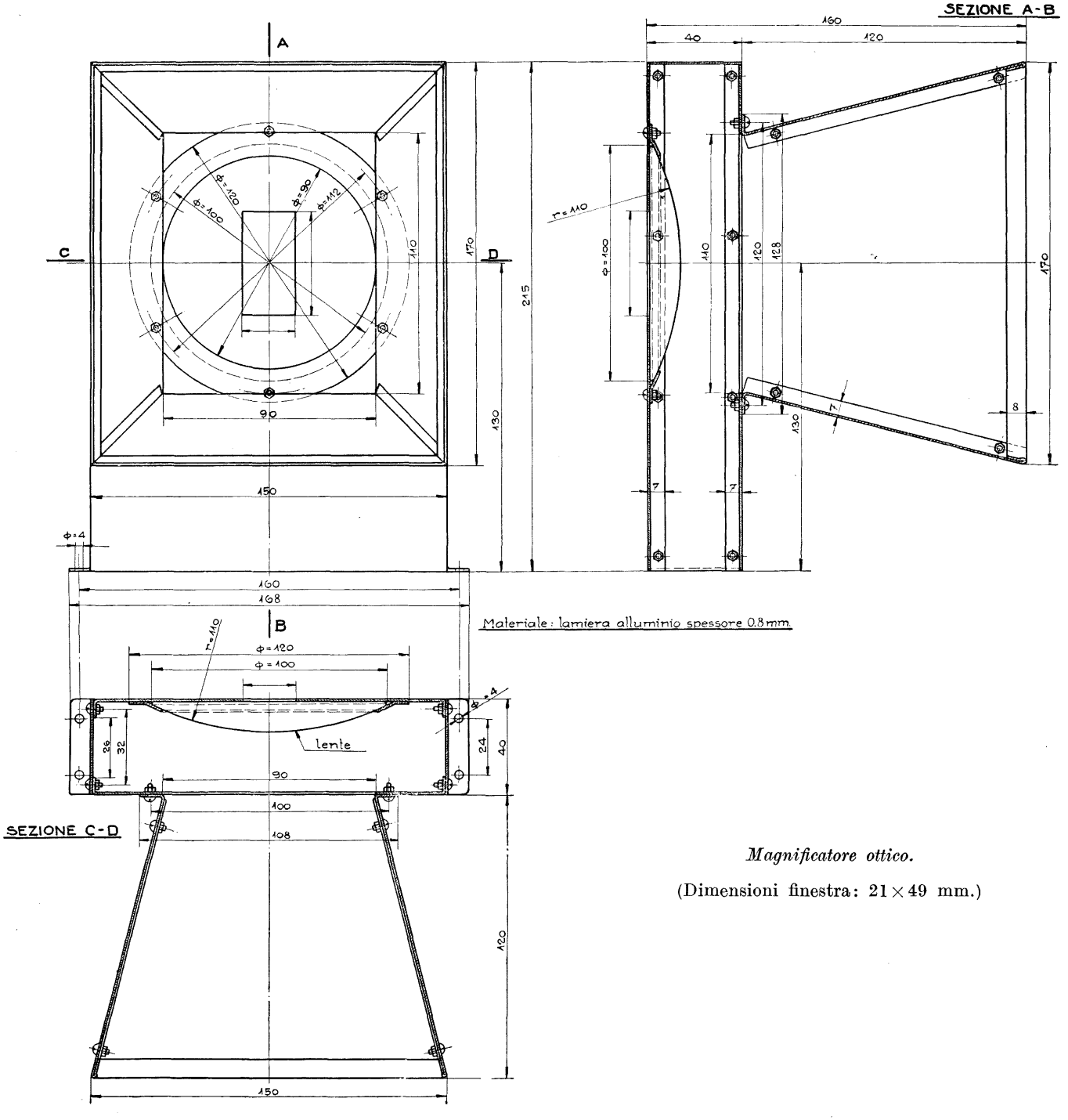
Usando le basse frequenze dei complessi $V_1$, $FV_1$, $V_2$, $FV_2$, i dati per l'avvolgimento sono : resistenza per bobina 210 ohm ; N° spire per bobina 3000, da avvolgersi con filo diam. 0,2 mm. 2 cot. ; collegamento delle bobine : in serie.

Usando invece le basse frequenze dei complessi $V_3$, $FV_3$, $V_4$, $V_5$, i dati per l'avvolgimento sono : resistenza per bobina 105 ohm ; N° spire per bobina 2300, da avvolgersi con filo diam. 0,25 mm. 2 cot. ; collegamento delle bobine : in serie.



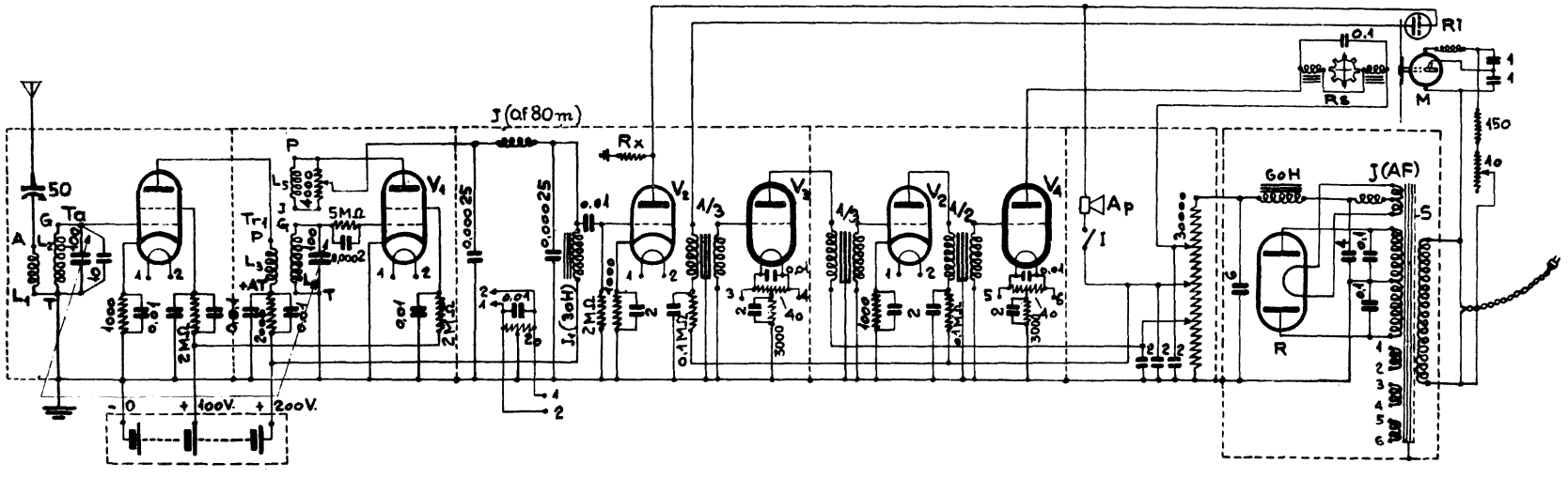



*Comando di fase.*




*Magnificatore ottico.*

(Dimensioni finestra: 21 × 49 mm.)

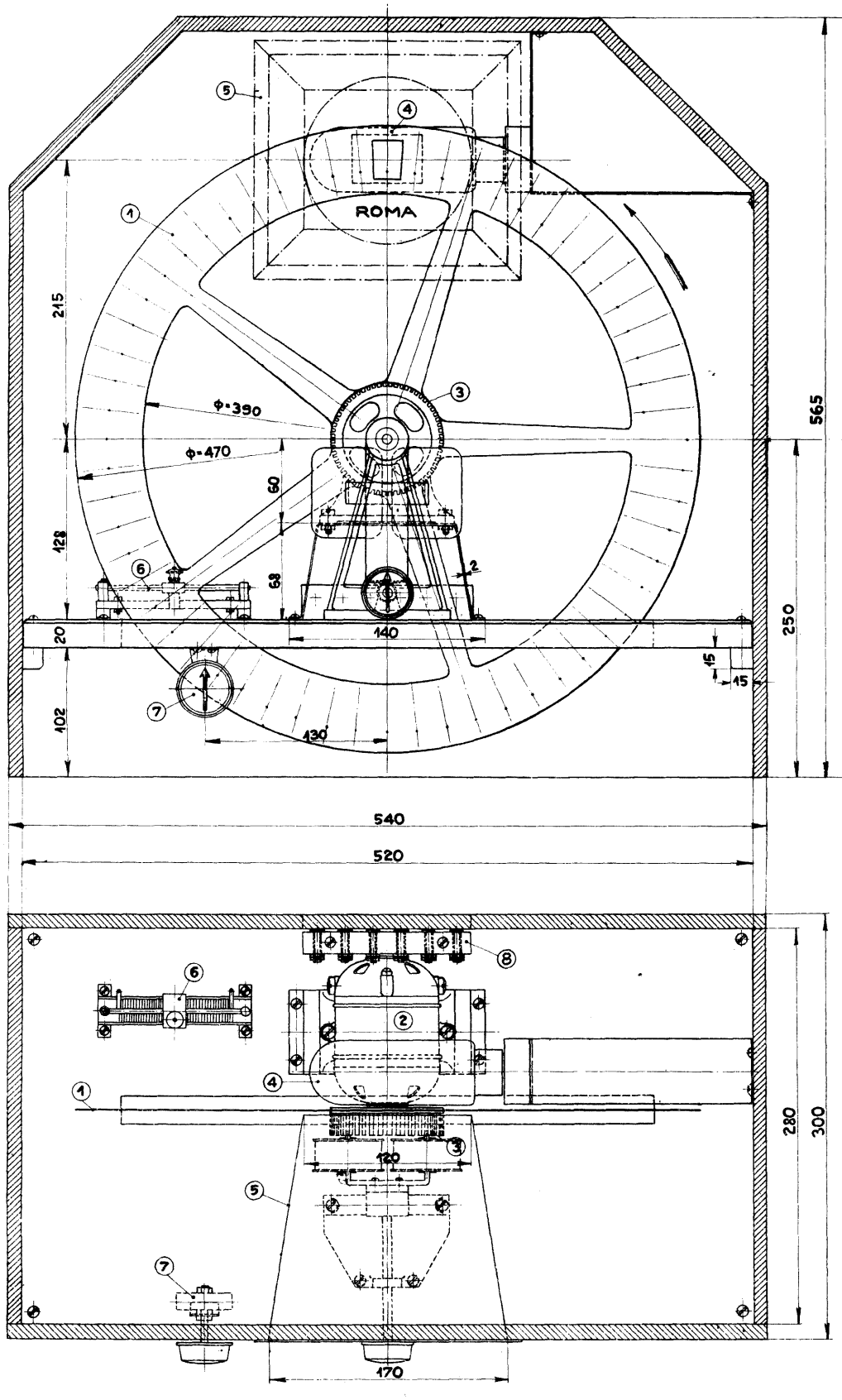


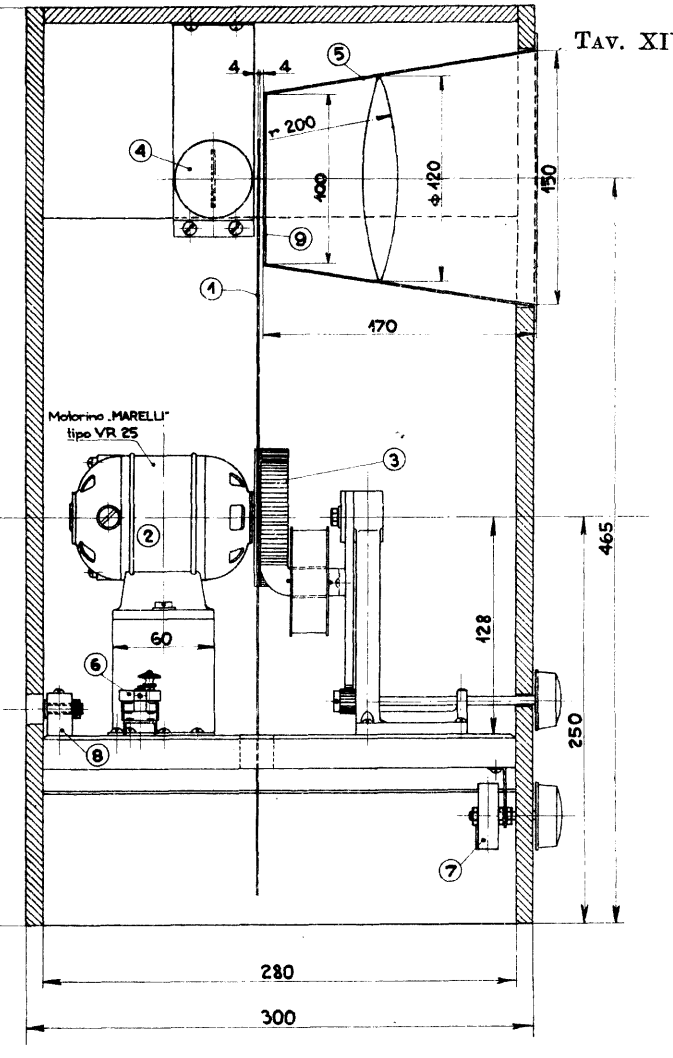

*Radiovisore* V6 (9-200 m.)

Per la descrizione della parte radio e per le caratteristiche delle parti occorrenti ved. § 70 *a*; per la descrizione del televisore ved. § 73 *a*.

LEGGENDA: $T_a$, trasformatore d'aereo (dis. costr. ved. fig. 183 *a*); $V$-$V_1$, valvole schermate rispettivamente amplificatrice di A. F. e rivelatrice; $V_2$, valvola amplificatrice di B. F.; $V_3$-$V_4$, valvole di potenza; $R$, valvola raddrizzatrice; $J$, impedenza A. F.; $J_1$, impedenza B. F.; $T_1$, trasformatore d'alimentazione; $A_p$, telefono di controllo; $I$, interruttore unipolare; $R_s$, ruota sincrona; $D$, disco esploratore; $R_1$, lampada al neon; $M$, motore; $R_x$, resistenza compensatrice.

*NB.* – Le cifre sugli schemi significano: Ohm, per le resistenze; $\mu F$, per le capacità fisse di fuga; cm., per le capacità variabili e quelle fisse di taratura.



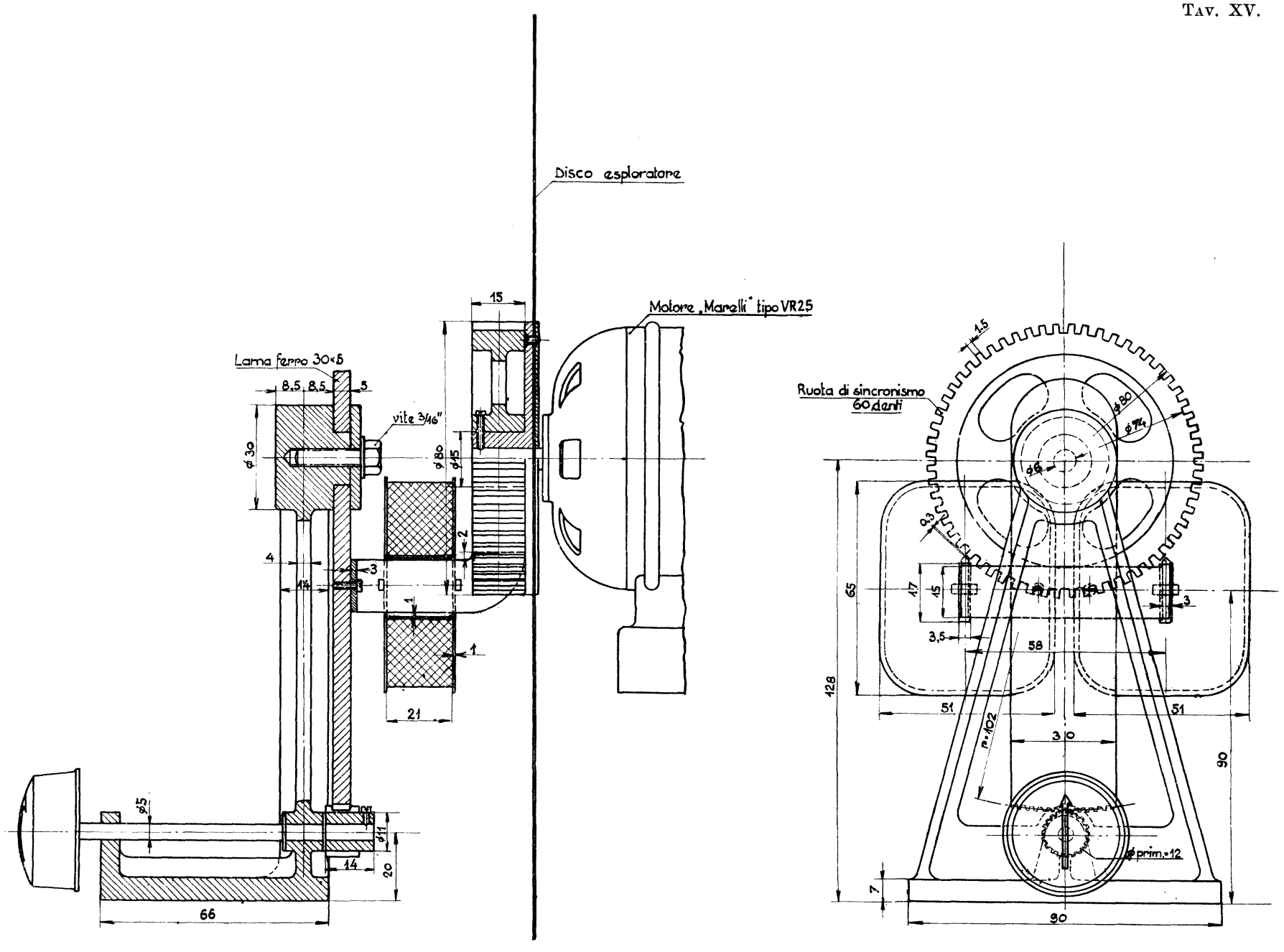

Televisore con sincronismo semiautomatico (Roma)

Dimensioni immagine: altezza (*A*) 30 mm.; larghezza (*B*) 22,5 mm.; N° giri del disco (*N*) 1200.

Leggenda.

1, disco esploratore a spirale semplice; 2, motore da 8-10 Watt-resi (1200 giri); 3, ruota sincrona e comando di fase; 4, lampada al neon tipo a placca luminescente; 5, paraluce; 6, resistenza semifissa da 150 Ohm; 7, reostato da 10 Ohm; 8, morsettiera; 9, maschera limitatrice; 10, cavalletto-sostegno motore; 11, flangia portadisco.

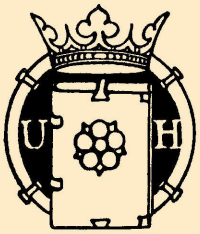
*NB.* – Per i dettagli costruttivi della ruota sincrona e del comando di fase di questo televisore ved. Tav. XV.




*Ruota sincrona e comando di fase.*

***Materiali.*** Base statore: alluminio o bronzo – Nuclei polari e lama di collegamento: ferro dolce – Sopporti avvolgimento: prespan, bachelite, ebanite – Ruota a denti: ferro dolce (preferibilmente laminato).

I dati per l'avvolgimento sono: resistenza per bobina 200 Ohm; N° spire per bobina 3000, da avvolgersi con filo diam. = 0,2 mm. 2 cot.; collegamento delle bobine: in serie.




PREZZO L. 28,—

ARTURO
CASTELLANI

# TELE-VISIONE RADIO-VISIONE

SECONDA
EDIZIONE
RIFATTA

U. HOEPLI
EDITORE
MILANO